

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-228866

(43)Date of publication of application : 07.09.1993

(51)Int.Cl.

B25J 9/16
B25J 5/02
B25J 9/10
B25J 13/08
B25J 19/04
G05B 19/18
G05B 19/19
G05B 19/403

(21)Application number : 03-107982

(22)Date of filing : 14.05.1991

(71)Applicant : CANON INC

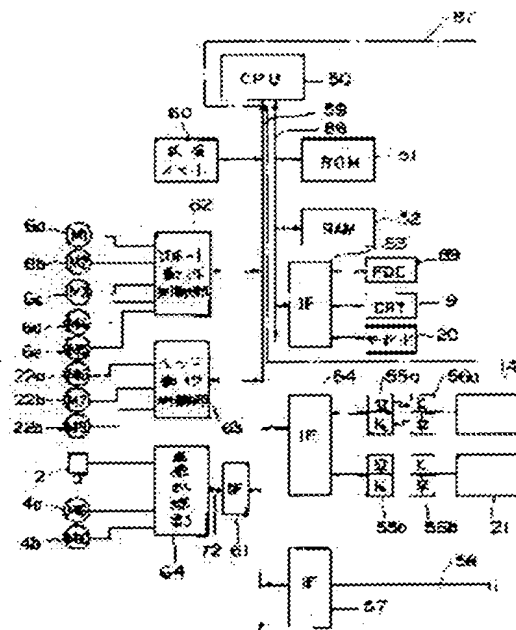
(72)Inventor : AZUMA YUSAKU
ISHIHARA KATSUMI
TOUHOU YUZO
SHIBATA MASARU

(54) CONTROLLER OF AUTOMATIC HOLDING DEVICE IN USE OF VISUAL SENSE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make a parameter unitarily manageable by storing the parameter required for the holding operation and image processing of a work in the same storage part as a program comprising both image processing and holding operation commands, and transferring it to an image processing part from this storage part at need.

CONSTITUTION: A controller is provided with a robot action control part 62 controlling four axial motors 6a-6d of a robot and a motor 6e of a shuttle, a hand action control part 63 controlling three axial motors 22a-22c of a hand, and an image processing part 64 controlling each of driving motors 4a-4b of an XY table and a camera 2, and so on. In this case, there is provided a command interpretive part 87 which performs the interpretive execution of a command pertaining to a robot program. On the other hand, there is also provided a common memory 60 being held each in common among both these action control parts 62, 63, the image processing part 64 and the common interpretive part 87. In succession, a program comprising both image processing and holding operation commands of a work and a parameter for calculating position information of the work are stored in this common memory 60.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998.2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 5 - 2 2 8 8 6 6

(43) 公開日 平成5年(1993)9月7日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 5 J	9/16	7331-3 F		
	5/02	A 9147-3 F		
	9/10	Z 7331-3 F		
	13/08	A 7331-3 F		
	19/04	7331-3 F		
審査請求 未請求 請求項の数 5				(全 3 1 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平3-107982

(22) 出願日 平成3年(1991)5月14日

(71) 出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 我妻 雄策

東京都太田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内

(72) 発明者 石原 勝己

東京都太田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内

(72) 発明者 東方 容三

東京都太田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大塚 康徳 (外1名)

最終頁に続く

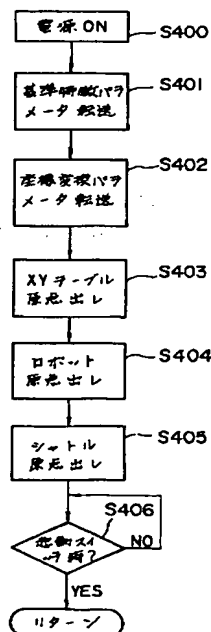
(54) 【発明の名称】 視覚を用いた自動把持装置の制御装置

(57) 【要約】

【目的】 部品認識に使われるパラメータは、画像処理命令と把持動作命令とを含むプログラムと同じ記憶部に記憶され、必要に応じて、この記憶部から、それが使われる把持部及び/又は画像処理部に転送されるようにすることにより、パラメータの管理を一元化する。

【構成】 ワークの画像を撮像し、この画像から前記ワークの位置情報を算出する画像処理部と、前記ワークを前記位置情報に基づいて把持する把持部とからなる自動把持装置を制御する制御装置であって、前記ワークを撮像しそのワークの画像から位置情報を算出する一連の画像処理命令とこのワークを前記位置情報に基づいて把持する一連の把持動作命令とを含むプログラムと、ワークの位置情報を算出するためのパラメータとを記憶する記憶部と、このプログラム中の前記画像処理命令と把持動作命令とを識別して解釈すると共に、前記画像処理命令を前記画像処理部に渡し、前記把持動作命令を前記把持部に渡すための1つの解釈部と、前記パラメータを、前記プログラムの実行に先立って、前記画像処理部若しくは把持部に転送する転送手段とを具備する。

第 26 図



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】ワークの画像を撮像し、この画像から前記ワークの位置情報を算出する画像処理部と、前記ワークを前記位置情報に基づいて把持する把持部とからなる自動把持装置を制御する制御装置であって、前記ワークを撮像しそのワークの画像から位置情報を算出する一連の画像処理命令とこのワークを前記位置情報に基づいて把持する一連の把持動作命令とを含むプログラムと、ワークの位置情報を算出するためのパラメータとを記憶する記憶部と、このプログラム中の前記画像処理命令と把持動作命令とを識別して解釈すると共に、前記画像処理命令を前記画像処理部に渡し、前記把持動作命令を前記把持部に渡すための 1 つの解釈部と、前記パラメータを、前記プログラムの実行に先立って、前記画像処理部若しくは把持部に転送する転送手段とを具備したことを特徴とする視覚を用いた自動把持装置の制御装置。

【請求項 2】前記パラメータは、把持対象のワークの形状を認識するための特徴パラメータであることを特徴とする請求項の第 1 項に記載の視覚を用いた自動把持装置の制御装置。

【請求項 3】前記パラメータは、前記画像処理部の視覚座標系と前記把持部の座標系との間の座標変換パラメータであることを特徴とする請求項の第 1 項に記載の視覚を用いた自動把持装置の制御装置。

【請求項 4】前記転送手段は、前記特徴パラメータを、この制御装置の電源を入れた後に、把持動作が起動される前に、前記画像処理部のメモリに転送することを特徴とする請求項の第 1 項に記載の視覚を用いた自動把持装置の制御装置。

【請求項 5】前記メモリはツリー・ポート・RAM であることを特徴とする請求項の第 4 項に記載の視覚を用いた自動把持装置の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、把持対象のワークの画像からそのワークの把持位置を認識し、その上で該ワークを把持する自動把持装置を制御するための制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】自動組立装置の制御において手間がかかる作業はワーク等の位置座標のティーチングである。ロボットはティーチングされた位置にしかハンドやフィンガーを移動できないために、そのティーチング位置が不正確であったり、誤ったりしていると、組立動作を失敗したり、ハンドやフィンガーを破壊してしまったりする。

【0003】そこで、昨今、視覚センサ（例えば、CCD カメラ）を備えた自動組立装置が提案されている。こ

のような自動組立装置の例として、例えば、特開昭 60-56884 号、特開昭 60-123974 号、特開昭 62-140724 号等がある。また、本出願人からの提案された技術として、特願平 1-71895 号、2-55032 号がある。これらは、視覚センサによりワークの画像を取り込み、この画像から画像処理によりワーク位置をロボット座標系に変換して、このロボット座標系のワーク位置に基づいて組立作業を行なうものである。

10 【0004】このような従来の視覚センサを備えた自動組立装置は、ロボット・ハンド等の動作を制御するロボット制御装置と、CCD カメラの画像を入力し処理する画像処理装置を有し、さらに、これらを例えば RS232C 等のケーブルで電氣的に結合させ、各々の両方の制御装置に通信可能とするインターフェース及び通信プログラムを準備するのが普通である。そして、ロボット制御装置内には、一連のロボットの動作プログラムをあらかじめ入力する。このプログラムには、前記インターフェース及びケーブルを通して画像処理装置に、情報を送

20 ったり受けたりする命令を用いる。同様に、画像処理装置内にも、ワークの画像入力から、その画像から認識処理を行なう一連のプログラムと、その一連のプログラム内に前記通信手段を通して情報の授受を行なわせる命令を準備しておくように構成する。

【0005】

【発明が解決しようとしている課題】しかしながら上記従来技術若しくは提案技術では、それぞれ独立で動作可能な画像処理装置と、ロボットの制御装置を準備し、それぞれを通信手段で連結し、一連の組立動作を行なわせるようにするために、次のような欠点があった。

(1)：ワークをパターン認識するために使う特徴パラメータは画像処理装置内に記憶させ、ロボットの動作等に使われるプログラムやパラメータはロボット制御装置内に記憶させる必要があるため、画像処理装置やロボット制御装置の夫々に、入出力装置であるキーボードや CRT、記憶装置としてフロッピーディスクドライブを設置する必要があり、コストUPとなる。

(2)：入出力を受けもつプログラムを上記両装置に準備する必要があり、開発のコストUPと長大化がさけられない。

(3)：画像処理装置を交換した場合、上記の各パラメータを再度入力し直す必要がある。

【0006】本発明は上記従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、画像処理により把持対象のワークを認識し、その認識に基づいてそのワークを把持するような自動把持装置の制御装置であって、把持動作と画像処理とに必要なパラメータを一元的に管理することの可能な視覚を用いた自動把持装置の制御装置を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するための本発明の制御装置は、ワークの画像を撮像し、この画像から前記ワークの位置情報を算出する画像処理部と、前記ワークを前記位置情報に基づいて把持する把持部とからなる自動把持装置を制御する制御装置であって、前記ワークを撮像しそのワークの画像から位置情報を算出する一連の画像処理命令とこのワークを前記位置情報に基づいて把持する一連の把持動作命令とを含むプログラムと、ワークの位置情報を算出するためのパラメータとを記憶する記憶部と、このプログラム中の前記画像処理命令と把持動作命令とを識別して解釈すると共に、前記画像処理命令を前記画像処理部に渡し、前記把持動作命令を前記把持部に渡すための1つの解釈部と、前記パラメータを、前記プログラムの実行に先立って、前記画像処理部若しくは把持部に転送する転送手段とを具備したことを特徴とする。

【0008】

【作用】パラメータは、画像処理命令と把持動作命令とを含むプログラムと同じ記憶部に記憶され、必要に応じて、この記憶部から、それが使われる把持部及び／又は画像処理部に転送される。

【0009】

【実施例】以下添付図面を参照しながら本発明の実施例を詳細に説明する。この実施例は、本発明を、所謂シャトル式の自動組立装置の制御装置に適用したものである。

〈全体構成〉第1図はこの実施例のロボット組立装置とその制御装置からなるシステムの斜視図である。このシステムは、大きくは、部品供給装置11、12と、組立を行なうシャトル式のロボット6と、自動組立制御装置17とからなる。

【0010】9はロボット6を搭載するシャトルである。シャトル9はシャトル移動用モータ6eにより、ガイド16a、16b上を一方方向に移動可能となっている。15はシャトルベースであり、本実施例では床に固定され、上面にガイドレール16a、16bが平行な状態でボルト等にて取付けられている。

【0011】シャトル9は制御装置17により、あらかじめ教示された位置へ移動停止するように制御される。また、シャトルベース15には、パレット等に収納された組立てる為の物品を供給する為の部品供給装置11、12が取り付けられている。本実施例のシステムでは、異なる2つの部品が供給可能な2つの第1の部品供給装置11と第2の部品供給装置12が設けられている。それぞれの供給装置は、複数のパレット13a、13bを収納可能であると共に、夫々の供給制御部14、21がパレット内の部品が空になるとその空のパレットを部品を収納した新たなパレットと交換するように供給装置11、12を制御する。

【0012】組付用のロボット6はシャトル9上に固定

されているものの、部品供給装置11、12から部品を取れるように、そのパレット13a、13bの位置まで16a、16bのガイドレールに沿って移動する。

【0013】本実施例のロボットは、いわゆる水平多関節の4自由度をもつたもので、モータ6a、6bにより水平の2本のアームが駆動され、モータ6cによりアーム先端部が昇降し、モータ6dにより前記アーム先端部が回転させられる。なお、ロボット6の手首部にはハンド7が取り付けられており、3つのモータ22a、22b、22cによりフィンガーが駆動され、部品を把持することが可能である。

【0014】なお、前記6a、6b、6c、6d、6e、22a、22b、22cのモータは制御装置17によりあらかじめ記憶されている動作に従って動作するものである。

【0015】第1図におけるロボット6の位置は部品供給装置11上のパレット13a上の部品をつかむことが可能な位置にある。

【0016】ハンドの脱着部7aは、制御装置17の指令により不図示のクランパーを解放することにより外れる。ハンドの保持台10は複数のハンドを保持しておくためのものである。ロボット6は、保持台10上の任意のハンドを制御装置17の指令により自動で付けることも可能であり、かつ、現在手首部に取り付いているハンドをハンド保持台10に外して乗せることも可能である。また、組付ステージ8はロボット6がつかんだ部品を組立てる場所であって、必要に応じてガイド、補助機能を付けることが可能である。この補助機能の動作が必要な場合は、組付ステージ8上に駆動源を置き、この駆動源を制御装置17とケーブルでつなぐことにより制御可能となる。また、組付ステージ8はロボット6と同じくシャトル9上に乗っているために、ロボット6がパレットより部品をつかんで、わずかに上昇した後は、シャトル9が移動を開始しても、ロボットの組付動作を続行することが可能である。

【0017】5は視覚柱であり、その根元はシャトル9上に固定されている。先端部にはXYテーブル3が設けられている。XYテーブル3の固定部にはレンズ1が取り付けられている。CCDカメラ2は、XY2方向のステッピングモータ4a、4bにより移動可能となっている。即ち、レンズ1は1つのパレットの全領域を視野に入れているが、CCDカメラ2を移動することにより、パレットの任意の部分領域を高精度に画像情報として取り込むことが可能である。つまり、13bのパレット全面をレンズ1を通して結像させた面内を結像面積より十分小さなCCDに移動させ、13bのパレットの入力させたい場所のみの画像情報を取り込むようにしている。

【0018】視覚柱5はシャトル9上に搭載されているために、組付けたい部品を収納した供給装置へシャトルと共に移動される。ピツクする部品を収納しているパレ

ットの画像は、その画像を入力可能な位置にCCDカメラ2（即ちシャトル9）を移動させることで得ることができ、その画像を処理して、その処理結果に応じてロボットにより前記画像処理した部品を把持できる。

【0019】組立装置全体の制御をする自動組立制御装置17はケーブル18にてロボット6、シャトル9、XYテーブル3、ハンド7等のアクチュエータの制御及び不図示のセンサーの入力等が可能となつている。19はCRTで、20はキーボードで入出力が可能となる。

〈実施例装置の特徴〉この実施例システムに特有の機能は、主に、後述の制御装置17により実現される。そのような機能とは：

①：組み付け対象（把持対象）の部品を、パレット内で特定し認識するために、パレット内の部品の画像を取り込んで、パターンマッチングを行なう。この認識により、パレット内にどのように部品が収納されていても、部品の認識が可能となる。

②：パターンマッチングにより、目的とする部品の存在がパレット内に認識できると、その部品の位置を視覚系の座標系で認識し、更に、ロボット系の座標系に変換する。ロボットは、ロボット系の座標系での把持位置で目的部品を把持することができる。

③：目的の部品を認識する処理を記述する画像処理プログラムと、認識された部品を把持し移動する制御を記述する組み付けプログラムとは、後述の命令解釈部87内のRAM52に記憶されている。これらの2つのプログラムは、マルチタスク制御により実行される。

④：画像処理プログラム（タスク）は、組み付けプログラム内に含まれる特別なタスク起動命令により起動される。起動された画像処理プログラムは組み付けプログラムと並列処理される。

⑤：画像処理プログラムと、組み付けプログラムは同じ命令解釈部により解釈され、それらに含まれる種々の命令は、命令コードに変換される。命令コードに変換することにより、画像処理プログラム中の命令と組み付けプログラムのそれとの性質上の相違を吸収し、画像処理プログラムと組み付けプログラムとの一元管理が容易になる。

⑥：画像処理プログラムの命令コードは、後述のデュアルポートRAMに記憶される。また、組み付けプログラムの命令コードは後述の共有メモリ60に記憶される。デュアルポートRAMの使用により、画像処理部のマイクロコンピュータと動作制御部におけるマイクロコンピュータとを夫々の目的に適したものから選択することが可能となる。

【0020】以下、制御装置17の構成及びそこにおける動作について説明する。

〈制御装置17の構成〉第2図は制御装置17の全体構成図である。

【0021】この制御装置17は、ロボット6の4軸の

モータ（6a乃至6d）とシャトル9のモータ6eを駆動制御するロボット動作制御部62と、ハンド7の3軸のモータ（22a乃至22c）を駆動制御するハンド動作制御部63と、XYテーブルの駆動モータ4a、4bを制御すると共にカメラ2を制御する画像処理部64と、2つの供給装置11、12の制御部14、21とのインターフェースを司るインターフェース54と、ロボットプログラムの命令の解釈実行を行なう命令解釈部87と、上記ロボット動作制御部62、ハンド動作制御部63、画像処理部64、命令解釈部87間で共有される共有メモリ60とを有する。

【0022】これらの構成要素はシステムバス59に接続されており、本実施例では、このバス59はマルチバスである。

命令解釈部87

命令解釈部87について第2図により説明する。

【0023】50はCPUで、51はROMである。このROM51内には、第5図に示すように、ロボット言語命令の解釈プログラムと、この命令解釈プログラム中の視覚処理命令とロボット及びハンドの動作命令の夫々を必要に応じて解釈するマルチタスク・オペレーティング・システム（以下、「OS」と略す）と、それらをサポートする種々のプログラムがあらかじめ記憶されている。これらのプログラムの詳細については後述する。

【0024】命令解釈部87のRAM52内にはキーボード20により入力されたところの、画像処理プログラム及びロボット／ハンドのための動作プログラムが収納されている。

【0025】命令解釈部87内の各要素はローカルバス86により接続されている。即ち、ローカルバス86にはROM51とRAM52とインターフェースIF53が結合されている。RAM52内のデータは、CRT19に表示することが可能であり、キーボード20により入力することも削除等することも可能である。また、本システムの実際の動作の指令はキーボード20により行なう。

【0026】62、63はロボット及びハンドのための動作制御部である。これらの制御部62、63は、共有メモリ60内に、ロボット動作及びハンド動作に対応する命令コードが書かれると、その命令コードに従った動作処理を行ない、各デバイスつまり各モータ6a～6eの回転・停止を行なう。前述したように、上記命令コードは、命令解釈部87がこの共有メモリ60に書込む。

【0027】画像処理部64は部品を認識するための画像処理を行なう部分で、IF61に書き込まれた命令コードにより処理を行なう。

【0028】69は公知の磁気式の外部記憶手段であり、たとえばフロッピーディスクドライブ又はハードディスクドライブであり、IF53を通し、ロボット・ハンドの動作命令画像の処理命令をキーボード20を操作

することにより記憶させることが可能となつている。

【0029】また、外部のコンピュータ等で記憶させてあるフロッピーディスク又はすでに記憶してあるフロッピーディスクをもつて来ることにより、RAM52内に処理命令、動作命令をそれぞれのきめられた領域に格納することも可能である。

【0030】部品供給装置の制御部14、21は、光通信回路56a、56bをもち、シヤトル9上の光通信回路55a、55bと情報の授受が可能となつている。これらの光通信回路はそれぞれ発光手段と受光手段を持ち、それぞれ発光と受光が対向し、ロボット6が所定の供給装置の位置で停止したとき、通信可能となる。

【0031】インターフェースIF57は外部のコンピュータ等との通信するためのインターフェースであり、本組立装置内の情報を外部へ送ったり、外部からの情報の入力を行なう。たとえば、無人倉庫を管理するコンピュータと通信することで、パレットの自動配送のタイミングを算出することも可能である。

【0032】59はCPU50と62のロボット動作部63ハンド動作部61のIF61と共有メモリ60を結ぶコモンバスであって、本実施例ではマルチバスである。

【0033】解釈部87のCPU50で解釈実行され生成された命令コードは共有メモリ60にセットされる。これらの命令コードをロボット動作制御部62又はハンド動作制御部63が受ける。制御部62、63において実際の動作を行ない動作が終了すると、共有メモリ60上へ前記制御部が動作の終了信号を書き込む。

【0034】また、CPU50で解釈実行された命令が画像処理に関連する命令である場合、その命令コードはIF61内に設けられたツー・ポートRAM(2-PORT-RAM)内に書かれ、前述の組み付け動作命令と同様に、画像処理が終了すると処理結果の通信が必要なときは、処理結果と処理の終了信号を同じく、前記IF61内のツー・ポートRAM上に書き込む。

画像処理部64

第3図は画像処理部64の詳細の構成図である。

【0035】65は画像処理部全体の制御を行なうCPUである。ツー・ポート・RAM61では、制御装置17の他の要素とのデータのやりとりが可能のように、第2図のバス59と第3図のバス72とが両方向から接続されて、その両方向から読み書きが可能である。

【0036】CPU50とCPU65のバス間にツー・ポートRAM61を設けることにより、CPU50とCPU65のCPUの種類を異ならせることが可能となる。尚、第2図の共有メモリ60で通信可能であったように、CPU65とCPU50の形式を同等にしても何ら問題はない。また、第2図のロボット動作制御部62、ハンド動作制御部63と命令解釈部87とのデータの授受も、画像処理部64と同様にツー・ポート・R

M61をインターフェースとして設けることにより通信を行なわせても何ら問題はない。

【0037】画像処理部64において、2は画像を取り込むためのカメラで、本実施例においてはX-Yテーブルにそのレンズが固定されている。XYテーブル3はCCDを撮像面内で移動させることにより、パレットの必要な場所の画像情報を取り込むようにすることができる。カメラ2が取った画像信号は、A/D変換部73により明るさのレベルでデジタル化され、フレームメモリ75内に記憶される。

【0038】第4図は部品供給装置における部品収納に用いられるパレットの外観を示す。同図に示すように、パレット内では部品が分割されたセル内に納められている。部品は、パレットのセル位置情報により特定される。本組立装置は、画像処理で部品の正確な位置を認識するので、あらかじめ部品をパレット内に正確に固定する必要はない。必要とする部品を収納しているセルの凡その位置が分れば十分である。即ち、必要とする部品のセル位置がロボットプログラムにおいて特定されれば、そのセル位置周辺の画像に対して画像処理を行ない、そのセル内において、要求部品の正確な位置をパターン認識で求める。

【0039】CCDカメラ2の視野をパレット全体をカバーするほどの大きさに設定したならば、コスト増加を甘受してCCD素子を大きいものにするか、あるいは解像度の劣化を甘受して小さなCCD素子によりパレット全体を視野に入れるようにしなければならない。そこで、本実施例では、カメラ2を移動式にし、パレットの画像の必要部分のみを取出すようにしている。そこで、カメラ2にはXYテーブル駆動部76が設けられている。この駆動部76は、XYテーブルの2つのステッピングモータ4a、4bを回転駆動させ、カメラを所定の位置へ移動させる。領域設定部74は、カメラ2で画像を取り込む際に、CCDの全域の画像情報を取り込む必要がないときに領域を限定する機能を有する。組立機において、組付部品の形状及び大きさは、あらかじめわかっているため、1つの部品の画像情報のみを取り込みたい場合には、画像の処理命令内に領域を限定する処理命令をプログラムしておく。

【0040】二値化部66は、フレームメモリ75に格納されている画像情報を処理命令であらかじめ指定された明るさのレベルを基準にして、たとえば明るいものを“1”、暗いものを“0”として二値化する。二値画像は、再度、フレームメモリ75に格納する。

【0041】ラベリング部67はラベリングを行なう。このラベリング処理は、二値化された画像情報中に、たとえば、連結しているドットの塊グループ、つまり“1”の塊のグループを見つけ、それぞれのグループに各々異なるラベルを付ける。

【0042】ラベリングされた連結領域の各々に対して、たとえば重心位置面積、慣性主軸を算出するのが特徴パラメータ算出部68である。算出部68で算出されたあるワークの画像の特徴パラメータと、ツー・ポート・RAM61内に格納されている基準特徴パラメータとを比較することにより、その画像が指定された部品の画像であるかどうかを判別する。その画像の部品が指定された部品であると判定された場合には、その部品の視覚座標系における位置と傾きを求め、ツー・ポート・RAM61内にあらかじめ格納されているロボット座標系への変換パラメータを用いて、ロボット座標系へ変換し、ツー・ポート・RAM61上へ位置データとして格納する。ロボットの動作命令中、該位置データが必要なときは、位置データを読み、その結果で動作する動作命令を実行することにより画像処理部が算出した位置情報でパレット内の部品をつかみ、組付を行なえる。また、ツー・ポート・RAM61内に格納されている特徴パラメータ及び座標変換のパラメータは、第2図のRAM52のバッテリーバックUPされているところに記憶されており、本制御装置の電源を入れると自動的にツー・ポート・RAM61上にも記憶されるよう、構成されている。

【0043】第3図において、ROM71は、画像の一連の処理を行なわせるプログラムをあらかじめ記憶している。

〈プログラム構造〉第5図は、第2図に関連して説明した命令解釈部87のローカルメモリ用ROM51に格納されたプログラムの格納状況を示す。

【0044】ROM51には、電源立ち上げ時に先づ実行される起動プログラム100と、複数のタスクの管理・実行を行なうマルチタスクOS101と、プログラムを作成するためのテキストエディタ102と、作成されたテキストプログラムを解釈可能な中間コードに変換するためのコンパイラ103と、コンパイラ103により変換された中間コードを解釈し、下位の制御部（ロボット動作制御部62、ハンド動作制御部63、画像処理部64）のための命令コード（第13図～第15図）を発生する命令解釈プログラム104と、キーボード、CRT等の入出力装置の入出力を制御するI/Fドライバプログラム105と、ロボットの動作状態、作成した組付動作プログラム等のロボットタスクの状態を表示するためのロボットタスク表示プログラム106と、画像処理部64の動作状態、作成したビジョン動作プログラム等のビジョンタスクの状態を表示するビジョンタスク表示プログラム107とが格納されている。

【0045】第6図は命令解釈部87のローカルメモリ用RAM52におけるデータの格納状況を示す図である。このRAM52には、ロボットの組付動作のための一連の動作命令群からなる組付動作プログラム108（第9図、第10図）と、画像処理部の処理動作のための一連の処理動作命令群からなるビジョン動作プログラ

ム109（第11図）と、XYステージの目標位置データ110と、シャトルの目標位置データ111と、ロボットを位置決めするための目標位置データ112と、組付されるワークの特徴を示す基準特徴パラメータ113と、座標変換パラメータ114とが格納されている。このパラメータ114はロボット座標系からXYステージ座標系の座標変換演算に用いる演算パラメータと、XYステージ座標系からロボット座標系への同様の演算パラメータである。

【0046】RAM52は揮発性であるが、それに格納されているデータ類は重要であるので、後述するように、バッテリー・バックアップされている。

〈ロボットプログラム〉第7図、第8図は、第1図の組立システムにおける、部品供給部11、12から2つの部品供給を受けてワークを組立てる組立動作の過程を表わす図である。即ち、第7図は、ロボット6が第1の部品供給部11のパレット13aに収納された部品Aをアクセス可能となるような位置に、シャトル9が停止した状態を示す。第8図は、ロボット6が部品Aの組立に続いて把持される部品B（この部品Bは部品供給部12のパレット13bに収納されている）をアクセス可能となるような位置に、シャトル9が停止した状態を示している。

【0047】第7図、特に第8図を見ても分るように、ロボット6が部品Aを組み付けている動作を行なっている最中は、カメラ2がワークBを収納しているパレット13bの上空にある限りは、部品Aの組み付け動作と部品Bの撮像動作とは並行で行なうことができる。この組み付け動作処理と撮像動作（画像処理）の並列性故に、第6図で示したように、組み付け動作プログラムとビジョン動作プログラムとをタスク化することの意義がある。

【0048】第9図は部品Aを組立てる一連のロボット動作命令群（プログラム）であり、第10図は部品Bを組立てる一連のロボット動作命令群（プログラム）であり、第11図は部品Bの画像を画像処理して位置情報を算出する一連の画像処理命令群（プログラム）である。

【0049】尚、第9図乃至第11図には、部品Aの画像を画像処理して位置情報を算出するためのプログラムは示されていない。また、ワークを完成するために、更に、例えば部品Cが必要であるものであるならば、その部品Cの画像を画像処理して位置情報を算出する一連の画像処理命令群（プログラム）と、部品Cを組立てる一連のロボット動作命令群（プログラム）とが、第9図乃至第11図のプログラムに追加して必要となる。また、便宜上、第9図のプログラムをプログラム1と、第10図のプログラムをプログラム2と、第11図のプログラムをプログラム3と呼ぶ。

【0050】第9図乃至第11図のプログラムは第7図、第8図の動作を記述している。部品Aを組立て、次

に部品Bを組み付ける組立動作を行なうには、先ず、プログラム1（第9図）が前もって起動されていなければならない。プログラム1が実行されていて、プログラム1自身がプログラム2を起動する。プログラム1によるプログラム2の起動は、行番390の

CALL 2

で行なって、プログラム2をコールすることによりなされる。また、部品Bの組立が終了して部品Cの組立動作を起動するには、行番250の

CALL 3

を実行して、プログラム3（不図示）をコールすることによりなされる。部品Aの組立動作中に、部品Bの画像の取得及びその画像処理が可能となったときは、行番360で、

START 3, 2

を実行して、プログラム3（第11図）をマルチタスク制御の下でコールする。即ち、プログラム1とプログラム3とは並列動作する。部品Bの組立動作中に、部品Cの画像の取得及びその画像処理が可能となったときは、行番220で、

START 3, 3

を実行して、プログラム2とプログラム3とを並列動作させる。尚、並列処理の起動命令であるSTART命令の2番目のオペランドは起動対象のプロシジャ番号を、3番目のオペランドは当該の起動プログラム中のプロシジャ番号を表わす。プログラム3の3番目のプロシジャは不図示ではあるが、部品Cが特殊な形状を有するものではないために、即ち、形状に即した特別な画像処理を要するものではないために、第11図のプログラムと同じものを援用できる。

【0051】第9図乃至第11図のプログラム中における各ステートメントの命令の意味は、後述する。

〈並列処理〉第7図、第8図に示すように、本実施例のロボットシステムにおける、組立動作と画像処理とは並列動作が可能である。また、第9図乃至第11図に示したように、これらの動作を記述するプログラムも並列処理を意識したものである。そこで、以下に、この並列処理を実現するために、制御装置17の特徴ある制御について説明する。これらの特徴とは、第12図に示すように、

①：所謂ロボットプログラム（第9図乃至第11図のプログラム）を解釈するのは、命令解釈部87の命令解釈プログラム104（第5図）が行ない、

②：上記プログラム104は、プログラム中の命令（ステートメント）を、組立動作に関するもの（ロボット動作制御部62若しくはハンド動作制御部63）か、画像処理に関連するもの（画像処理部64のためのもの）かを判別し、夫々、対応する命令コードを生成する。

③：組立動作に関する命令から生成された命令コードは共有メモリ60に書込まれ、画像処理に関連する命令が

ら生成された命令コードはツー・ポート・RAM61に書込まれる。

④：ロボット動作制御部62またはハンド動作制御部63は、共有メモリ60内に書込まれた命令コードを実行する。また、画像処理部64のCPU65は、ツー・ポート・RAM61に書込まれた命令コードを実行する。

【0052】第13図乃至第15図は、上記命令コードのメモリ格納形式の一例を示す図である。

命令コード

- 10 第13図は命令コードの一般的な格納形式を示す図である。第13図の格納形式は、次の命令が格納されているメモリ番地を示す「次命令格納番地ポイント」200と、命令の種類を示す「Pコード」201と、命令を補足するためのパラメータの型（例えば、直接の数字であるか、変数であるか、実数であるか、整数であるかの区別）を示すデータタイプ202Aと、そのパラメータのデータ部分203Aと、データの終りを示すデリミット204Aと、命令コードの終りを示すと共に内容の誤りを検出するためのチェックサム205、という順で格納されている。

- 20 【0053】命令には、命令コード中にパラメータを必要としないものもある。かかる命令の命令コードは、第14図に示す様に、Pコード201の後に、命令の終りを示すチェックサム205が格納されている。

- 30 【0054】また、命令コード中にパラメータが複数組必要である命令の場合には、第15図に示す様に、Pコード201の後に、データタイプ202、データ203、デリミット204からなる組が必要な組数だけ格納された後に、チェックサム205が格納されている。

- 40 【0055】この様に、命令ステートメントを、命令の種類（Pコード201）とパラメータとからなる命令コード（中間コード）に構成し直し、メモリ中に格納する事により、組付動作プログラム108とビジョン動作プログラム109を同一形式で格納する事が可能である。また、組付動作プログラム108とビジョン動作プログラム109との命令のいずれも同一形式の命令コードに変換されるということは、それらを格納するためのメモリを共通化することができることを意味する。即ち、具体的には、画像処理部64のための命令コードの格納用メモリであるツー・ポート・RAM61の代りに、画像処理部のための命令コードを共有メモリ60に格納することも可能であることを意味する。本実施例で、共有メモリ60の他にツー・ポート・RAM61を用いた理由は、メモリを一本化したことによるそのメモリへのアクセス競合を避けることと、ツー・ポート・RAM61が異なる2方向から同時にアクセスされることによる高速度処理が可能なこと、そして、組み付け動作と画像処理とが容易に並列処理化できること、更に、画像処理部64のCPUに、命令解釈部87のCPUとは異なるアーキテクチャのCPUを使うことができることである。

〈並列処理のための制御〉第16図は、本システムにおける並列処理を制御するためのプログラム間の構造を説明する図である。組付動作プログラム108を解釈する一連の手続きを「ロボットタスク」と呼び、組付動作プログラム108の解釈を開始する事を「ロボットタスクを起動する」と呼ぶ。同様に、ビジョン動作プログラム109を解釈する一連の手続きを「ビジョンタスク」と呼び、ビジョン動作プログラム109の解釈を開始する事を「ビジョンタスクを起動する」と呼ぶ。ビジョンタスクを起動することは、前述のSTART指令で行なわれる。本組立システムでは、組立工程の最中に補助的に画像処理を行なうという手順を踏んでいるために、組立プログラム中にビジョンタスクを起動するSTARTステートメントが記述されることとなる。これにより、ロボットタスクとビジョンタスクの競合調停が容易になる。そして、更に、ロボットタスクの起動は、制御装置17のキーボード20からのスタートキーの入力があった時点でなされる。

【0056】ロボットタスクにおいて解釈されたロボット命令は命令コード(第13図乃至第15図)に変換されて、前述したように、共有メモリ60に格納される。また、ビジョンタスクにおいて解釈された画像処理命令は同じように命令コードに変換されてツー・ポート・RAM61に格納される。共有メモリ60の命令コードは、ロボット動作制御部62、ハンド動作制御部63によりフェッチされて実行される。ロボット動作制御部62、ハンド動作制御部63は、不図示ではあるが、夫々専用のマイクロプロセッサと、第18図、第19図に示したプログラムを格納するメモリと、サーボ制御回路やサーボアンプ等を有している。

【0057】第16図に示されるように、命令解釈プログラムには3つのフラグ(MWF, TWF, PWF)が用意されている。即ち、「動作完了待フラグ」(MWF)は、ロボットタスクの命令の中の、その命令の実行終了を待つことが必要な命令が現在ロボットタスクで実行中であることを示す。動作完了待フラグMWFは、例えば、

MOV P(4)

等の命令の実行によりセットされる。これらの命令は、ロボットの実際の移動等の動作が必要な命令であり、次の命令の実行には、その命令の終了を待つ必要があるからである。IF ... THEN ...等の制御命令については、ロボットの実際の移動が伴わないので、動作完了待フラグMWFはセットされない。

【0058】また、「処理終了待フラグ」(PWF)は、ビジョンタスクの命令の中の、その命令の実行終了を待つことが必要な命令が現在ビジョンタスクで実行中であることを示す。

【0059】これらのMWF, PWFは、ロボットタスク若しくはビジョンタスクにおいて、2つ以上の命令が

オーバーラップされて実行されることを防ぐためにある。

【0060】「タイミング待フラグ」TWFは次の理由により本システムに導入された。即ち、マルチタスク制御の下では、ロボットタスク中の命令とビジョンタスク中の命令とが並行して実行される。そして、ロボットタスクのある1つの命令を開始するためには、ビジョンタスクのある1つの命令の終了を確認する、即ち、2つのタスク間の調停をとることが必要な場合がある。例えば、CCDカメラ2で対象物の像を撮像している時に、ロボット6のアームがカメラ2の視野に入ったり、シャトル9が移動する事などにより、撮像不能になる事をさける必要があるからである。上述のMWF, PWFは、あくまでも、同じタスク間の命令実行の調停をとるものである。そこで、一方のタスクが他方のタスクを一時中断させるためのフラグとして「タイミング待フラグ」TWFがある。

【0061】一方のタスクが他方のタスクを一時中断させる命令として、本実施例のシステムでは、WAIT命令が用意されている。このWAIT命令は、主にビジョンタスクで用いられ、それが実行されると停止フラグSF(suspended flag)がセットされる。フラグSFはツー・ポート・RAM61内に設けられこのWAIT命令は、プログラム内に明示的にそれらの命令を記述しなくとも、システム(第5図のコンパイラ103)が自動的に付加するようにしている。即ち、第11図の例では、CCDカメラ2で撮像するための撮像命令(GET)の後や、パターン認識命令(MATCH)の後に、コンパイラ103がWAIT命令を自動的に付加する。換言すれば、GET命令やMATCH命令が実行されると、自動的にWAIT命令が実行されて、フラグSFがセットされる。このフラグSFのリセットは、上記特殊命令(GET命令やMATCH命令)の終了でなされる。従って、ロボットタスク側では、このフラグSFのセット状態を検査する命令、即ちタイミング確認命令(例えば、CHECKF命令)をロボットタスク中に挿入して、ロボットタスクとビジョンタスクとの協調を取っている。

【0062】また、命令解釈プログラムには、第16図に示すように、2つのカウンタ(RPCとIPC)とが用意されている。カウンタRPCはロボットタスクの組立動作プログラム108中の次の実行命令の行番を格納している。例えば、ロボットタスクが次に実行すべき命令が行番300のSSHUTL(第9図)ならばカウンタRPCには300が格納されている。また、カウンタIPCはビジョンタスクのビジョン動作プログラム109中の次の実行命令の行番を格納している。例えば、ビジョンタスクが次に実行すべき命令が行番20のBIN(第11図)ならばカウンタRPCには20が格納されている。

【0063】第17図、第18図、第19図に従って、

ロボットタスクとビジョントスクの並列実行制御について説明する。

ロボットタスクの制御

ステップS 2 0 0で、キーボード2 0から組立動作の開始が指示されると、命令解釈部8 7はステップS 2 0 1でロボットタスクを起動することにより、RAM 5 2内の組付動作プログラム1 0 8の解釈を開始する(ステップS 2 0 1)。

【0 0 6 4】ステップ2 0 2ではロボットタスクが起動されているかを調べる。ステップS 2 0 2でロボットタスクが起動されているか否かを調べるのは、ロボットプログラム自体の中で、またはビジョントスクのプログラム自体の中に、ロボットタスクの停止を行なうステートメントを記述することができるからである。従って、ロボットタスクが停止されている場合は、ビジョントスクだけが実行され、ロボットタスクをプログラムの再起動するには、ビジョントスク内でロボットタスクを起動する命令を実行することが必要である。第9図乃至第1 1図の例のプログラムが実行されている場合は、ロボットタスクがプログラムの停止されないから、ステップS 2 0 3に進み、ここで動作完了待ち状態の判定を動作完了待フラグMWFに基づいて行なう。前述したように、MWFは移動命令等に対してセットされるものであるから、前のサイクルでそのような命令が実行されていなければ、あるいは、MWFのセットの不要な命令が実行されていた場合には、MWF = 0であるので、ステップS 2 0 4に進む。

【0 0 6 5】MWF = 0のときは、ステップS 2 0 4に進んで、組付動作プログラム1 0 8から1つの命令を読み、その命令の解釈を行う。1つの命令解釈がなされると、カウンタRPCは次の行番を示すように変更される。

【0 0 6 6】ステップS 2 0 5では、その解釈した命令の内容がビジョントスク起動命令(“START 3”)であるか否かの判定を行う。ビジョントスクの起動命令である場合は、ステップS 2 2 0でビジョントスクの起動処理を行なってからステップS 2 2 1に進む。ビジョントスク起動命令以外の場合は、ステップS 2 0 6に進み、タイミング確認命令(前述のCHECKF等)であるか否かの判定を行なう。

【0 0 6 7】ステップS 2 0 6で命令内容がタイミング確認命令でないと判定した場合は、ロボット動作部6 2、ハンド動作部6 3、画像処理部6 4に命令コードを発行する必要がある命令(例えば、シヤトル9の移動命令やハンド7の動作命令)か、命令コードの発行が不要の命令(例えば、IF…THEN…等の制御命令)かの判定をステップS 2 0 7で行う。

【0 0 6 8】命令コードの発行が必要な命令である場合には、ステップS 2 0 8で、その命令がロボット動作に関連する命令であるかハンド動作に関連する命令である

かに応じて、その命令コードが、ロボット動作制御部若しくはハンド動作制御部により区別されて実行可能なように、共有メモリ6 0に格納される。ロボット動作制御部若しくはハンド動作制御部は、第1 8図若しくは第1 9図の制御手順に従って、共有メモリ6 0から対応する命令コードをフェッチして実行する。そして、ステップS 2 0 9では、動作完了待フラグMWFをセットする。そしてステップS 2 2 1に進む。

【0 0 6 9】動作制御部6 2、6 3に命令コードを発行する必要がある命令は、シヤトル9の移動(MOV)やロボット6の移動の様に、命令に対応した動作が完了するまでに時間がかかるものである。フラグMWFは移動命令等が連続して発行されることを防止する意味でステップS 2 0 9でセットされる。しかし、命令コードの発行の不要な命令(例えば、IF…THEN…等の制御命令)は連続して実行されるべきである。このような発行不要命令を実行するものとステップS 2 0 7で判断された場合には、ステップS 2 0 7→ステップS 2 0 8と進んで、MWFのセットを行わずに、直接その命令の実行を行なう。そしてステップS 2 2 1に進む。

【0 0 7 0】ステップS 2 0 6で、命令内容がタイミング確認命令であると判定された場合は、ステップS 2 1 0に進んで、ツー・ポート・RAM 6 1内のフラグSFのセット状態を調べる。このフラグSFは、前述したように、他のタスク(本実施例では、ビジョントスク)である特殊な命令(GETやMATCH)を実行した場合にそのタスクによりセットされ、その命令の終了をもってそのタスクがリセットする。また、フラグSFは、ツー・ポート・RAM 6 1内に置かれているために、画像処理部6 4は勿論、命令解釈部8 7もアクセスが可能である。従って、このフラグSFがセットされているとステップS 2 1 0で判定された場合は、ロボットタスクにおける命令の解釈/実行を中断させなくてはならないので、その旨を記憶するために、フラグTWFをステップS 2 1 2でセットする。そして、ステップS 2 0 9でフラグMWFをセットする。即ち、フラグMWFは、命令コードの発行が必要な命令を解釈部8 7が解釈した場合と、タイミング確認命令を解釈してTWFがセットされた場合との両方において、セットされる。

【0 0 7 1】ステップS 2 2 1では、ビジョントスクが起動されているか否かを調べ、起動されていない場合にはステップS 2 0 2に戻る。

【0 0 7 2】あるロボットプログラムを実行している場合に、命令コードを発行する必要のない命令を実行している限りは、フラグMWFはセットされないで、ステップS 2 0 2→ステップS 2 0 3→ステップS 2 0 4と進んで、次の命令を解釈実行する。即ち、ロボットプログラムの命令の実行は待たされることなく連続的に行われる。

【0 0 7 3】一方、第9図のプログラムの行番3 0 0乃

至行番350におけるロボット動作命令はフラグMWFをセットする。かかる場合は、制御は、ステップS202→ステップS203と進み、更に、フラグMWFは既にセットされているので、ステップS214に進む。ステップS214では、フラグMWFのセットが、命令コード発行の必要な命令に実行によるものか、あるいはタイミング確認命令の実行によるものかを調べるために、フラグTWFのセット状態を調べる。

【0074】ステップS214でTWFフラグがリセットしている場合には、フラグMWFのセットは命令コード発行の必要な命令に実行によるものであったのだから、ステップS215に進んでロボット動作の完了を調べる。この動作完了のチェックは共有RAM60に命令コードが残っているか否かにより分る。共有メモリ60中に命令コードの格納は、命令解釈プログラムがステップS208で行なう。また、共有メモリ60中の命令コードのクリアはロボット動作制御部62、ハンド動作制御部63によりなされる。

【0075】第18図はロボット動作制御部62、ハンド動作制御部63における制御手順を示すフローチャートである。

【0076】ロボット動作制御部62、ハンド動作制御部63は、夫々、ステップS300において、共有メモリ60内をスキャンしながら、自分向けの命令コードがメモリ60に格納されたかをチェックしている。自分向けの命令コードであるか否かの判定は、Pコード（第13図乃至第15図）が示す命令の型で判断される。自分向けの命令コードが発見されたならば、その命令コードをステップS301で実行し、ステップS302で、その終了（例えば、アームの上昇または下降動作の終了）を待つ。動作が終了すれば、ステップS303で、当該命令コードをクリアする。

【0077】第19図の画像処理部64における命令コードの処理の制御手順においても、命令コードのスキャン／実行／クリアは第18図のそれと同じである。

【0078】第17図のフローチャートに戻って、ステップS215で、共有RAMに格納した命令コードがクリアされたことが確認されたならば、ステップS216に進んで、フラグMWFをリセットする。そして、ステップS221に進み、ビジョントaskが起動されていないければ、ステップS221→ステップS202→ステップS203→ステップS204と進んで、ロボットプログラム中の次の命令を実行する。

【0079】ステップS214の待ち理由の判別処理において、TWF=1と判定された場合は、フラグSFがビジョントaskによりリセットされるのを待つために、ステップS217でフラグSFを調べる。このフラグSFがセットされている（SF=1）ということは、まだ待たなければならないことを意味するから、ステップS221を介してステップS202に戻る。

【0080】ステップS217で、フラグSFがリセットされたことが確認された場合には、ステップS218でフラグTWFをリセットして、待状態が解除されたことを示す。さらに、ステップS212→ステップS209の過程でセットされたフラグMWFをステップS216でリセットする。

ロボットタスクとビジョントaskの並列実行

以上のようにして、命令コードの発行の必要な命令の実行、不要な命令の実行、更にはタイミング確認命令の実行がなされる。次にビジョントaskが起動された場合について更に詳細に説明する。

【0081】ステップS205で、行番360のSTART 3

命令が実行されると、ステップS220でビジョントaskを起動した後に、ステップS221に進む。ステップS221で、現在が、以前に実行されていたビジョントaskの何等かの命令の処理の終了を待っている待状態にあるかをフラグPWFに基づいて判定する。このフラグPWFはロボットタスクにおけるフラグMWFと同じ機能を有する。以前に画像処理の命令を何等発行していない場合には、PWF=0であるので、ステップS223に進んで、1つの画像処理命令をカウンタIPCに従って解釈する。ステップS223、ステップS224は、ステップS223で解釈した命令の種類を判断する。即ち、その命令がEND命令（第11図の行番50のステートメント）である場合には、ステップS225でビジョントaskを停止する。また、END命令でない場合には、ステップS226で当該命令が命令コードの発行が必要なものであるか否かを調べる。命令コードの発行が必要なものと、画像処理部64において何等かの処理が必要な命令であり、例えば、撮像命令（GET）、二値化命令（BIN）、マッチング命令（MATCH）等である。また、IF...THEN...等の制御命令や、前述のWAIT命令はツー・ポート・RAM61にアクセスするだけで足り、画像処理部64による処理は不要なので、命令コードの発行は不要である。

【0082】命令コードの発行が必要な命令を実行する場合には、ステップS227で、ツー・ポート・RAM61に当該命令コードを書込む。そして、ステップS228で処理完了待フラグPWFをセットして、ステップS202に戻る。

【0083】ビジョントaskの命令の解釈に先立って、以前に実行した命令が未だ処理が終了していない場合には、ステップS222からステップS230に進む。ステップS230では、ツー・ポート・RAM61中に以前発行した命令コードが画像処理部64によりクリアされているかを調べる。この命令コードのクリアは第19図の制御手順に従って画像処理部64が行なう。

【0084】命令コードのクリアが既にされていたとステップS222で判定された場合にはステップS231

でフラグPWFをリセットする。

【0085】以上のようにして、ロボットタスクとビジョントaskとの並列処理がなされる。

【0086】尚、前述したように、解釈部87がビジョントaskの特殊な命令(GET, WATCH)を解釈実行して、その命令コードをRAM61に格納した場合には、第19図のフローチャートに従って、画像処理部64がその命令コードをRAM61からフェッチし、ステップS312において実行する。そして、ステップS311において、RAM61内にフラグSFがセットされる。また、そのような特殊命令の実行が終了した場合は、ステップS313において、当該命令コードをクリアする動作とフラグSFをリセットする動作を合せて行なう。

【0087】第20図は、第9図、第10図に示した具体的な組付けプログラム並びに第11図に示したビジョント動作プログラムを、第17図の命令解釈プログラムが解釈し、それが生成した命令コードを動作制御部62、63並びに画像処理部64が第18図、第19図の制御手順に従って実行した場合において、ロボット部及び画像処理部64がどのように動作するかをタイミングチャートとして表わしたものである。即ち、第20図は、部品Aの組立て動作の一部と、部品Bの組立て動作と、そして部品Cの組立て動作の一部のタイムチャートを表わしている。また第20図においては、説明の便宜上、本タイムチャートのスタート時に、ロボット6は部品供給部11のバレット13aより、ハンド7で部品Aを把持し、ロボット6はバレット13aの上空に退避した状態となっているものとする。

【0088】以下、第20図に基づいて本実施例の組立動作順を説明する。

【0089】期間 T_1 、 T_2 、 T_5 、 T_6 ではロボット動作の制御のみが行なわれる。即ち、 T_5 期間で、シャトル9は、部品Bを組する位置へ移動開始(行番300のSSHUTL命令)し、期間 T_6 で、X-Yテーブル3は次に組立てる部品Bのバレット13bの視覚対象位置に移動開始(行番310のCSET命令)する。次に、ロボット6は、 T_1 期間で、部品Aをハンド7に把持したまま、組付ステージ8の上空点に移動し、さらに、組付ステージ8と垂直方向に下降停止する(行番320、330のMOV命令)。

【0090】 T_3 、 T_4 、 T_7 、 T_8 、 T_9 、 T_{10} では、ロボット制御及び画像処理制御が並行して行なわれる。前記シャトル9の移動及びXYステージ3の移動が終了した事を確認(340、350行番のSCHECK, CCHECK命令)し、画像処理制御が開始される(360行番のSTART命令)する。これによりロボットタスクとビジョントaskとが並列して実行される。

【0091】並列処理におけるロボットタスクにおける制御では、 T_3 期間に、ハンド7を動かし、部品Aを離

す(行番370のOUT命令)。そして、 T_4 期間で、ロボット6がハンド7を上昇・停止(行番380のMOV命令)して、部品Aの組立を終了する。

【0092】前記ロボットタスクにおける制御と併行して行なわれる画像処理側の制御では、 T_7 期間に、視覚対象の部品BのCCDカメラ2の画像を画像処理部64に取り込み(行番10のGET命令)、 T_8 期間に、その画像を画像処理部64にて2値化処理(行番20の命令BIN)し、さらに、 T_9 期間で前記2値化された画像の特徴抽出処理(行番30の命令SOP)を行ない、 T_{10} 期間で視覚対象部品Bの位置検出処理(行番40の命令MATCH)を行なう。

【0093】 T_4 期間が満了し、さらに T_{10} 期間が満了した時点では、ハンド7は組み付けステージ8の上空にあって部品供給部にある部品Bを把持可能であり、また、画像処理部64は部品Bのバレット13bにおける位置を検出している。

【0094】行番380のMOV命令でハンド7がステージ8の上空に退避すると、行番390で、プログラム2(第10図)をコールする。このプログラム2は部品Bを供給部12から受けその組み付けを行なう手順を記述する。

【0095】プログラム2の行番100では、命令CHECKF 3, 2を実行する。この命令はタスク3(即ち、ビジョントaskのプログラム2、即ち、部品Bの画像処理)の終了を確認する命令である。この命令で部品Bの位置検出処理が終了した事が確認されると、行番110以降の処理が行なわれる。

【0096】第20図の T_{11} ~ T_{16} 、 T_{19} 、 T_{20} では、ロボット制御のみが行なわれる。ロボット制御では、行番110で、ロボット6の移動目標位置として、位置検出結果を読み込む。

【0097】 $P(20) = VREAD(2)$ そして、部品Bを把持する為に、 T_{11} で、ロボット6はハンド7をバレット13bの上空点に移動(行番120)し、 T_{12} で、下降・停止(行番130)する。次に、 T_{13} でハンド7は対象部品Bを把持(行番140のOUT命令)し、 T_{14} でロボット6は部品Bを把持したハンド7をバレット13bの上空点に移動停止する(行番150)。

【0098】 T_{15} 、 T_{16} 、 T_{19} 、 T_{20} の部品Bについてのロボット制御の動作は、前記部品Aについての T_1 、 T_2 、 T_5 、 T_6 と同様である。また、 T_{17} 、 T_{18} 、 T_{21} ~ T_{24} の部品Bについてのロボット制御と部品Cについての画像処理制御とが並行して行なわれる動作に関しても、 T_3 、 T_4 、 T_7 ~ T_{10} の動作と同様である。

【0099】第21図は、第9図の行番330乃至390の命令と、第10図の行番100乃至120までの命令を順に実行した過程での、命令解釈部87と、ロボッ

21

ト動作制御部 6 2, ハンド動作制御部 6 3, 画像処理部 6 4 における命令解釈実行の詳細タイムチャートである。

【0100】まず、 T_{100} で、第 9 図の行番 330 のロボット動作命令を命令解釈部が解釈し、ロボットの移動の命令コードを発生して、ロボット動作部 6 2 に命令コードを受け渡す為の共有メモリ 6 0 に命令コードをセットする。

【0101】 T_{120} で、ロボット動作制御部 6 2 は、共有メモリ 6 0 を通して、受け取った命令コードによりロボット 6 を駆動し、アームを指示された位置に停止させる。ロボット動作制御部 6 2 は、その命令コードの実行終了を、その命令コードのクリアにより、命令解釈部 8 7 に対して連絡する。 T_{120} において、命令解釈部 8 7 は、ロボット動作制御部 6 2 からの命令コードの実行終了を待ち状態となつている。

【0102】 T_{101} で命令解釈部 8 7 は、第 9 図の次の行番 340 のロボット動作命令を解釈し、シャトル停止確認 (CHECK) の命令コードを発生して、ロボット動作制御部 6 2 に、共有メモリを介して命令コードを送る。ロボット動作制御部 6 2 では、前記命令コードによりシャトル停止状態を確認し、命令コード実行終了を命令解釈部 8 7 に共有メモリ 6 0 を介して連絡する。続いて、MWF のリセットの待ち状態となつていた命令解釈部 8 7 は、次の動作命令の解釈を再開する。

【0103】 T_{102} は命令解釈部 8 7 が行番 350 のロボット動作命令を解釈し、X-Y テーブル 3 の停止確認の命令コードを発生し、ロボット動作制御部 6 2 に対して T_{101} と同様の手続きで命令コードの引渡し、命令コード実行終了の引渡しを行なう。

【0104】 T_{103} では、命令解釈部 8 7 が行番 360 のロボット動作命令 (START) を解釈し、第 11 図に示した画像処理命令群 (ビジョントラッキング) の解釈実行を開始する。 T_{103} 後は、ロボット動作命令群と、画像処理命令群を並列に解釈していく。

【0105】 T_{110} では、命令解釈部 8 7 が第 11 図の行番 10 の画像処理命令を解釈し、CCD カメラの画像を画像処理部に取り込む命令コードを発生し、画像処理部 6 4 に対してツール・ポート・RAM 6 1 を介してその命令コードを送る。

【0106】 T_{130} では、前記画像取込命令コードをツール・ポート・RAM 6 1 から受け取った画像処理部 6 4 が、CCD カメラ 2 の画像を画像処理部に取り込み、取り込み完了後に、その命令コードの実行終了をツール・ポート・RAM 6 1 を介して命令解釈部 8 7 に連絡する。

【0107】 T_{104} では、命令解釈部 8 7 が、 T_{110} の画像処理命令の解釈及び命令コードのセット終了後に、第 12 図の行番 370 のロボット動作命令を解釈する。 T_{104} では、ハンド 7 を動かす命令コードを発生し、共有メモリ 6 0 に命令コードをセットする。次の状態とし

22

て、命令解釈部 8 7 は、 T_{110} で画像処理部に発行した命令コードの実行終了を待っている状態で、かつロボット動作制御部 6 2 に発行した命令コードの実行終了の待ち状態になつている。

【0108】 T_{111} では、画像処理部 6 4 からツール・ポート・RAM 6 1 を介して命令コードの実行終了が連絡される。さらにロボット動作制御部 6 2 から実行終了が連絡されていない状態では、命令解釈部 8 7 は第 11 図の行番 20 の画像処理命令を解釈し、前記取り込み画像の 2 値化処理の命令コードを発生し、ツール・ポート・RAM 6 1 上にセットする。

【0109】以下、同様にして、命令解釈部 8 7 は、ロボット動作命令及び画像処理命令を前記いずれかの命令が実行終了した時点で、終了した命令群を解釈セットする (T_{105} , T_{112} , T_{113} , T_{106})。

【0110】さらに、進んで T_{114} で命令解釈部 8 7 が行番 50 の画像処理命令を解釈する。この行番 50 の命令は解釈実行終了命令 (END) であるので、命令解釈部 8 7 はビジョントラッキングを停止する。

【0111】 T_{107} 以降は、解釈部 8 7 はロボット動作命令群のみ解釈命令セットする。

〈画像処理〉以下、画像処理部 6 4 で行なわれる画像処理について説明する。

【0112】本システムにおける画像処理の目的は、部品の認識と、更にパレット内におけるその部品の姿勢の検出及びその部品の重心座標の検出である。

特徴パラメータ

第 2 図は本実施例に用いた一例としての部品 B の平面図である。部品 B は平板で、3 ケ所に大きさの異なる穴があいている。第 2 図は部品 B の特徴パラメータの基準値を表わしている。 s_1 は穴 H_1 の面積で、 s_2 は穴 H_2 の面積、 s_3 は穴 H_3 の面積である。

【0113】本実施例においては、穴 H_1 の中心の座標 (X_1 , Y_1) を部品の原点とし、それを、ロボット 6 が部品の把持が可能となるように画像処理部 6 4 が部品位置を算出するときの基準点とする。また、穴 H_2 の中心 (X_2 , Y_2) と穴 H_1 の中心 (X_1 , Y_1) とを通り、穴 H_2 から穴 H_1 の方向へ向かうベクトル α を、部品 B の傾きを表わすものとする。この基準軸 α (ベクトル α) と、穴 H_1 の中心 (X_1 , Y_1) と穴 H_3 の中心 (X_3 , Y_3) とを結ぶ線分のなす角度を β_3 とする。また、穴 H_1 の中心 (X_1 , Y_1) と穴 H_2 の中心 (X_2 , Y_2) との距離を l_2 とし、

$$l_2 = \{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2\}^{1/2}$$

であらわす。また、穴 H_1 の中心 (X_1 , Y_1) と穴 H_3 の中心 (X_3 , Y_3) 間の距離を l_3 とし、

$$l_3 = \{(X_2 - X_3)^2 + (Y_2 - Y_3)^2\}^{1/2}$$

で表わす。第 2 図に示された s_1 , s_2 , s_3 , β_3 , l_2 , l_3 並びに、部品全体の面積 S を、部品 B の特徴を表わす基準量とする。換言すれば、ある部品が目

50

的の部品Bであるか否かは、その部品の画像から、 $s_1', s_2', s_3', \beta_3', l_2', l_3', S'$ を計算して、これらを基準パラメータ $s_1, s_2, s_3, \beta_3, l_2, l_3, S$ と比較することにより判断する。これらの基準パラメータは予め計算してRAM 52内に記憶しておく。基準パラメータが用いられるのは画像処理部64内であり、RAM 52内の基準パラメータは制御装置17に電源が投入された時点で画像処理部64のツープート・RAM 61に転送される。

部品の認識

第24図は、カメラ2により画像を取り込み、部品に形成された穴の重心（中心）を計算する原理を説明する図である。前述したように、部品はバレット内のセルに収納されている。第3図の領域設定部74は目的の部品が収納されているバレットの1つのセル全体の画像を切り出す機能を有する。

【0114】第24図の(a)は、カメラ2で部品の画像を取り込み、その画像を明るさのレベルにより“1”と“0”に2値化した結果がフレームメモリ75内に入っていることを模式的に示した図である。(a)の各々のセルはCCDの素子1ケ1ケに対応し、かつフレームメモリ75内のメモリの1ケ1ケに対応している。穴のエッジ部分が“1”と量子化されるか“0”と量子化されるかは微妙であるが、本実施例では、最大輝度の50%以上のセルは“1”と、50%未満のセルは“0”となつている。

【0115】次に、第24図の(a)の画像が穴であると判断するラベリング処理方式について説明する。セルのはじから順に、セル毎に濃度の0/1を判断し、“1”を見つけると、“1”を見つけたセルを中心にして3×3のセルからなるブロック部分に以前に“1”を見つけたものがあるかを判断する。見つけた“1”のセルが、全く始めての“1”であるセルの場合、その“1”のセルにラベルを付ける。同様の処理を、すべての処理すべきセルについて行なう。このようにすると、“1”のセルからなる複数の閉領域が出来上がる。そして、各々の閉領域にラベルが付けられる。第22図の部品Bを例にとつて述べると、3つの穴にそれぞれ穴“H₁”、穴“H₂”、穴“H₃”としてラベルを付けることが可能となる。

【0116】次に、ラベル付けされた穴に関しての面積 $s_1' \sim s_3'$ 及び中心位置（重心位置）の求め方について、第24図にて説明する。まず、穴の面積はラベル付けされたとじられた領域内の“1”のセルの個数をカウントし、その合計を面積とする。次に、穴の中心を求める場合は、第24図の(a)の画像のX、Yの各々の方向に対して、“1”であるセルの個数のヒストグラムを作成し、このヒストグラムの重心位置を、穴H_iの重心点(X_i', Y_i')とする。

【0117】以上のような処理を、3つの穴の画像に対

して行なえば、把持しようとする部品の3つの穴の面積 s_1', s_2', s_3' 及び3つの穴のCCD座標系における中心の座標(X₁', Y₁'), (X₂', Y₂'), (X₃', Y₃')を求めることができる。この求めた値と、第23図のようにあらかじめ記憶されていた特徴量の基準値とを比較することにより、正しい部品であるかどうか判断が付く。

【0118】つまり特徴量の比較として、 $s_1 \approx s_1', s_2 \approx s_2', s_3 \approx s_3', l_2 \approx l_2', l_3 \approx l_3', \beta_3 \approx \beta_3'$ を行なうことである。

座標変換

次に、画像処理の座標系とロボットの座標の変換について説明する。

【0119】第25図は、ロボットの座標系のX_R Y_Rと視覚の座標系X_V Y_Vとの関係を示す。ロボットの座標系での目標位置を、

(P_{xR}, P_{yR}, 1)

とし、視覚の座標系での目標位置を

(P_{xv}, P_{yv}, 1)

とする。また、ロボットの座標系X_R Y_Rの原点O_Rと、視覚の座標系X_V Y_Vの原点O_Vのずれが(δ_x, δ_y)であり、ロボット座標系X_R Y_Rがθ度だけ回転しているとし、更に、視覚系の分解能がkmm/画素とすると、

【0120】

【数1】

$$\begin{bmatrix} P_{xv} \\ P_{yv} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\cos\theta}{k} & -\frac{\sin\theta}{k} & -\delta x & P_{xR} \\ \frac{\sin\theta}{k} & \frac{\cos\theta}{k} & -\delta y & P_{yR} \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} P_{xR} \\ P_{yR} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\cos\theta}{k} & -\frac{\sin\theta}{k} & -\delta x & P_{xR} \\ \frac{\sin\theta}{k} & \frac{\cos\theta}{k} & -\delta y & P_{yR} \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}^{-1}$$

40 の関係がある。

【0121】上記変換パラメータは第2図のRAM 52にあらかじめ記憶されており、制御装置17の電源が入ると、自動的にツープート・RAM 61にも書き込まれ、画像処理部64は座標変換する場合は、このパラメータを用いて、部品の位置情報を、画像座標系よりロボット座標系へ、又はロボット座標系より画像座標系へと変換する。

【0122】第26図は、制御装置17に電源が入られ、キーボード20により起動がかけられる状態になるまでの準備動作ルーチン（第5図の起動プログラム10

0) のフローチャート図である。

【0123】まず、本制御装置 17 に電源がステップ S 400 のステップで入れられると、ステップ S 401 で、特徴パラメータの基準値が部品毎に、命令解釈部 87 の RAM 52 の内部より、バス 86、59 を通して、ツー・ポート・RAM 61 のあらかじめ指定された領域に転送される。このとき、もちろん RAM 52 内のデータはそのまま残っているのは言うまでもない。

【0124】次に、ステップ S 402 にて、座標変換の演算に使われる上述の変換パラメータも、RAM 52 よりツー・ポート・RAM 61 へ転送する。

【0125】次に、ステップのステップ S 403 で、XY テーブル 3 の原点出しを行なう。このテーブル 3 は視覚カメラ 2 とレンズ間を平面的に移動させるためのものである。次にステップ S 404 とステップ S 405 で、ロボット 6 とシヤトル 9 の原点出しを行ない、ステップ S 406 で本装置が起動可能な状態となる。

【0126】電源投入後、ステップ S 406 に行くまではキーボードの入力は受け付けられない状態となることは言うまでもない。

〈実施例の効果〉以上説明した実施例によれば、次のような効果が得られる。即ち、

①：制御装置 17 では、1つの命令解釈部 87 が、組付を行なうロボット動作命令と画像処理を行なう画像処理命令という 2つの異なる系統の命令を解釈するようにしている。その一方で、ロボット動作の実行を制御するのは組み付け動作制御（即ち、ロボット動作制御部 62、ハンド動作制御部 63）が行なうようにし、画像処理は画像処理部 64 が実際に行なうようにしている。即ち、ロボット動作と画像処理という 2つの異質の処理をモジュール化された 2つのプログラムにより記述し、それらのプログラムモジュールを 1つの命令解釈部が行ない、その一方で、ロボット動作の実行と画像処理の実行は組み付け動作制御部（即ち、ロボット動作制御部 62、ハンド動作制御部 63）が行ない、画像処理は画像処理部 64 が行なうという二本立てとなっている。

【0127】そのために、制御装置 17 の開発負荷を大幅に削減できる効果がある。何故ならば、命令解釈を一本化したことにより、並列動作を行なう 2つのプログラムモジュールの調停制御と同期化制御とを容易に行なうことができる。又、同一仕様の命令解釈部であることから、工場導入後ユーザにとつても使いやすい装置にできる効果があるからである。さらに、命令解釈手段が同一であることから、各々の装置間の通信用インターフェース及び通信用プログラムも、各々の命令として簡素化され、装置も安価でユーザにとつてさらに使い安くできるからである。また、ロボット動作の実行と画像処理の実行とは二本立てで行なわれるために、組み付け動作制御部における制御手順の開発は画像処理部 64 における制御手順の開発と独立して行なうことができ効率的である

からである。

【0128】具体的には、制御装置 17 では、1つの命令解釈部 87 は、CPU 50 とメモリ（51、52）及びキーボード 20、CRT 19 からなる入出力手段からなる。そして、それらは命令解釈部 87 内のみで通信可能なローカルバス 86 で接続され、また、CPU 50 とロボット動作制御部 62 とハンド動作制御部 63 と画像処理部 64 とは前記ローカルバス 86 とは別個のコンバス 59 により接続されている。かつ、このコンバス 59 は一般的な規格でマルチバスとしてある。また、命令解釈部 87 のメモリの 1 部である ROM 51 内に、命令解釈プログラム及びこの命令解釈プログラムを適宜ロボットとハンドの動作命令と画像の処理命令とにより使いわけ、マルチタスク OS やプログラムの入出力をサポートするプログラム等をあらかじめ記憶させてある。そして、命令解釈部 87 のランダム・アクセス・メモリである RAM 52 内に領域をあらかじめ区分してこれらのプログラムを格納してある。更に、ロボット及びハンドの動作命令と画像の処理命令は、別個にキーボード等の入力手段で入力可能とされている。そして、本組立装置がキーボード等の入力手段で起動させられると、本制御装置は、まずロボット及びハンドの動作命令を解釈し、実行することから始め、ロボットの動作命令中に画像の処理を起動させる命令を見つけると、前記命令解釈部の CPU が画像処理の命令をも順次解釈実行を開始し、画像の処理命令内に処理を終了させる命令を見つけたことにより、前記 CPU は画像の命令処理動作をやめ、ロボットの命令解釈のみ行なう様にしたものである。

【0129】そのために、例えば、ロボットのアームがカメラのエリアより逃げたタイミングで画像を取り込む等の動作を容易に記述可能となつた。また、タイミングを共有メモリ 2-PORT-RAM を介して行なえるので、コンピュータのアクセス時間レベルの非常に高速で調停を取ることが可能となつた。また、画像処理の不要な場合は、命令解釈部の CPU はロボットの動作の命令解釈のみに専念でき、1つの CPU で複数の処理を行なっているが、処理時間の遅れ問題にならなくなった。

【0130】又、同一仕様の命令解釈手段であることから、工場導入後ユーザにとつても使いやすい装置にできる効果がある。

【0131】さらに、命令解釈手段が同一であることから、各々の装置間の通信用インターフェース及び通信用プログラムも各々の命令として簡素化され、装置も安価でユーザにとつてさらに使い安くできる効果がある。

②：動作制御部 62、63 用の命令や画像処理部 64 の命令等は統一した形式の命令コード（第 13 図～第 15 図）に変換され、メモリ 60 や RAM 61 に格納される。即ち、上位の制御部（解釈部 87）と下位の制御部（動作制御部 62、63）との間では、命令コード及び

メモリという媒体が存在し、上位の制御部（解釈部 87）におけるロボットタスクとビジョントスクの命令の相違を吸収している。

③：主タスクであるロボットタスク内に、子タスクであるビジョントスクを起動する命令（START）を準備しているため、両タスク間の起動の調停が容易となる。更に、タイミング確認指令等を用意しているため、タスク間の調歩が容易となる。

④：座標変換パラメータや基準特徴パラメータ等の種々のパラメータは、バッテリーバックアップされた RAM に記憶されており、電源投入時に、それらのパラメータが必要とされる RAM 61 に転送されるようになってい

るので、これらのパラメータの一元的な管理が容易となる。具体的には：

④-1：キーボード、CRT フロッピーディスクドライブ等の入出力手段を 1 つだけ、かつロボット等の動作命令の入出力の必要な部分に設けることで、すべて行なえる。

【0132】④-2：画像処理部の RAM をバッテリーバックアップさせる必要がない。

【0133】④-3：画像処理部を故障等で交換してもパラメータを再度入力する必要がない。

【0134】④-4：二重にパラメータを記憶しておく必要がないため、ずれ等による誤動作がない。

〈変形例〉本発明はその主旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

①：例えば、上記実施例では、第 4 図に示すように、マトリックス状にバレット内に配置されたワークについて説明したが、バレット内のワークの配置は、これにかぎらず、たとえば、直線等の一列に並べても構わず、また、バレット内にランダムに収納されていてもよい。要は、バレット内におけるワークの位置が大体決まっていればよく、その各ワークの概略の位置をロボットに教えこまることができることが重要である。

②：また、上記実施例では、セルの大きさは一定であり、ワークも 1 種類とした。本発明は、セルの大きさが異なっても、また、1 つのバレット内で異なるワークが存在する場合にも適用できる。この場合は、セルの位置とそのセルの大きさとそのセル内のワークの種類との対応とを、制御装置 17 が画像処理部 64 へ送ればよい。また、1 つのセル内に複数のワークが存在する場合にも本発明を適用できる。

③：前記実施例では、座標変換は、視覚系で行なわれていたが、ロボット制御装置側で行なってもよい。

④：また、前記実施例では、穴 A、B の重心位置は第 24 図に説明したように、ヒストグラムの極大値をとる位置を重心位置と定めたが、次のようにしてもよい。即ち、第 24 図で、全ドットの数 n の場合は、頻度の累積が $n/2$ となる点を重心とする。この手法によれば、対象でない形状の穴等についても重心を演算できる。

⑤：前記実施例では、特徴パラメータと座標変換パラメータを命令解釈部 87 のメモリ 52 に常時格納しておき、電源打込後、画像処理部がアクセス可能な 2-PORT-RAM 上に転送するようにしている。本発明はこれに限定されず、例えば、画像が独自に用いるパラメータ、たとえば画像取り込みの絶対的なスタート位置、カメラ 2 の入力ゲイン等を命令解釈部のメモリに格納しておき、前記と同様に転送してもよい。また、ロボット動作部、ハンド動作部に必要なパラメータも同等に命令解釈部のメモリより共有メモリに転送してもよい。

⑥：前記実施例は、まずロボットの動作が起動され、ロボットの動作命令内に画像の処理を起動させる様に説明してあるが、画像の処理の時間が長く、組立装置を間欠的に動かす装置等に適用した場合、画像の処理命令からロボットの動作命令解釈を起動させ、かつロボットの動作命令中に停止する命令を入れ、CPU の処理を行なわない様に構成しても何ら問題はない。

⑦：前記実施例において、一連の動作及び処理命令の中にロボット動作部及び画像処理部への命令コード以外のシーケンス制御命令（ジャンプ命令、繰返し命令、タイマー命令）が存在した場合には、命令解釈手段で理解し、命令解釈部自体が実行することは、第 9 図の行番 360 のビジョントスク開始命令の説明から容易に考えられる。

⑧：前記実施例において、画像処理部が命令解釈部からの命令コードの授受を行なう手段を 2-PORT-RAM 61 としているが、前記実施例のロボット動作部と同じく共有メモリ 60 とする事も可能である。

【0135】同様に、前記実施例において、ロボット動作部及びハンド動作部が命令解釈部からの命令コードの授受を行なう手段を共有メモリ 60 としているが、前記実施例の画像処理部と同じく 2-PORT-RAM とする事も可能である。部に記憶され、必要に応じて、この記憶部から、それが使われる把持部及び／又は画像処理部に転送される。このために、パラメータを記憶するところは 1 つで済み、従って、その管理も一元化できる。

【0136】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の視覚を用いた自動把持装置の制御装置によれば、パラメータは、画像処理命令と把持動作命令を含むプログラムと同じ記憶部に記憶され、必要に応じて、この記憶部から、それが使われる把持部及び／又は画像処理部に転送される。このために、パラメータを記憶するところは 1 つで済み、従って、その管理も一元化できる。

【0137】本発明の好適な 1 態様によれば、前記パラメータは、把持対象のワークの形状を認識するための特徴パラメータである。

【0138】本発明の好適な 1 態様によれば、前記パラメータは、前記画像処理部の視覚座標系と前記把持部の座標系との間の座標変換パラメータである。

【0139】本発明の好適な1態様によれば、転送手段は、前記特徴パラメータを、この制御装置の電源を入れた後に、把持動作が起動される前に、前記画像処理部のメモリに転送する。

【0140】本発明の好適な1態様によれば、前記メモリはツ-ポート・RAMである。

【0141】かくして、本発明により、具体的には、例えば、

①キーボード、CRTフロッピーディスクドライブ等の入出力手段を1つだけ、かつロボット等の動作命令の入出力の必要な部分に設けることで、すべて行なえる。

②画像処理部のRAMをバッテリーバックUPさせる必要がない。

③画像処理部を故障等で交換してもパラメータを再度入力する必要がない。

④二重にパラメータを記憶しておく必要がないため、ずれ等による誤動作がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用された好適な実施例に係るロボット組立システムの斜視図。

【図2】第1図システムの制御装置17の構成を示すブロック図。

【図3】制御装置17の画像処理部64のブロック図。

【図4】第1図システムに利用されるバレットの構造を示す平面図。

【図5】解釈部87のROM51のデータ構成を示す図。

【図6】解釈部87のROM52のデータ構成を示す図。

【図7】、

【図8】第1図システムのシャトル及びロボットの動作を具体的に示す図。

【図9】、

【図10】一例としての、ロボットタスクを記述するプログラムのフローチャート。

【図11】一例としての、ビジョンタスクを記述するプログラムのフローチャート。

【図12】ロボットプログラムが解釈部87により命令コードに変換され、その命令コードが実行される様子を模式的に示した図。

【図13】、

【図14】、

【図15】命令コードのフォーマットを示す図。

【図16】解釈プログラムと各タスク間の関係を示すと共に、そこにおける解釈の制御に必要なフラグを示す図。

【図17A】、

【図17B】解釈部87の解釈手順を示すフローチャート。

【図18】ロボット/ハンド動作制御部における制御手順を示すフローチャート。

【図19】画像処理部64の制御手順を示すフローチャート。

【図20】、

【図21】第9図乃至第11図のプログラムを実行したときの各部の動きを示すタイミングチャート。

【図22】、

【図23】部品認識における特徴パラメータの定義を説明する図。

【図24】部品認識に必要な重心位置の検出の原理を説明する図。

【図25】視覚座標系とロボット座標系との関係を示す図。

【図26】起動プログラム100の制御手順を示すフローチャート。

【符号の説明】

2 CCDカメラ

3 XYテーブル

6 ロボット

7 ハンド

8 組み付けステージ

9 シャトル

30 11, 12 部品供給部

13a, 13b バレット

17 制御部

18 ケーブル

19 CRT

50 CPU

51 ROM

52 RAM

60 共有メモリ

61 ツ-ポート・RAM

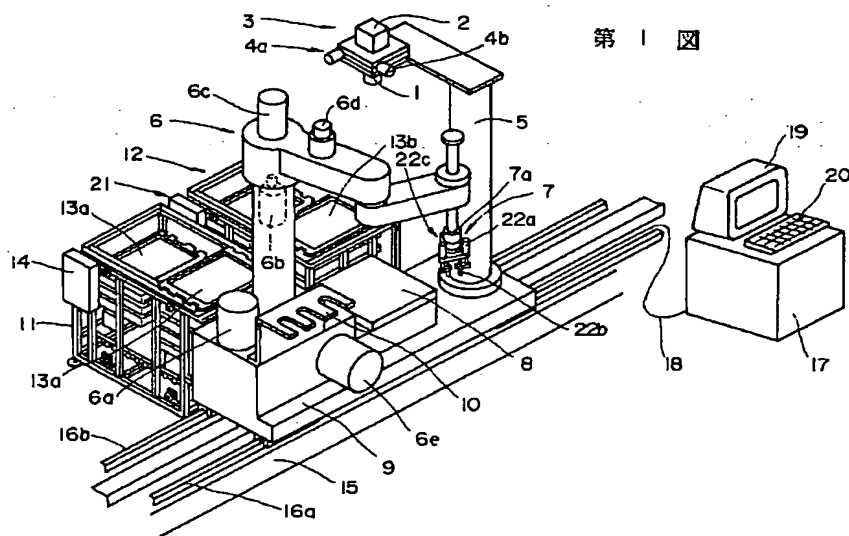
40 62 ロボット動作制御部

63 ハンド動作制御部

64 画像処理部

87 命令解釈部

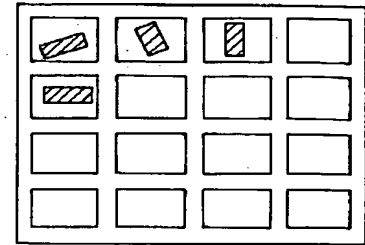
【図 1】



第 1 図

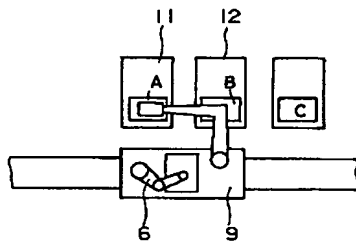
【図 4】

第 4 図



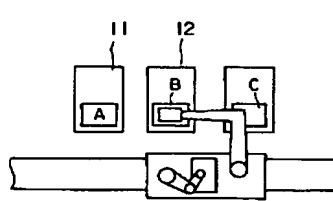
【図 7】

第 7 図



【図 8】

第 8 図



【図 9】

第 9 図

PROGRAM 1

行番 動作命令

```

300  SSHUTL  2
310  CSET    P(6)
320  MOV     P(4)
330  MOV     P(5)
340  SCHECK
350  CCHECK
360  START   3,2
370  OUT OFF  1
380  MOV     P(4)
390  CALL    2

```

【図 11】

第 11 図

PROGRAM 3

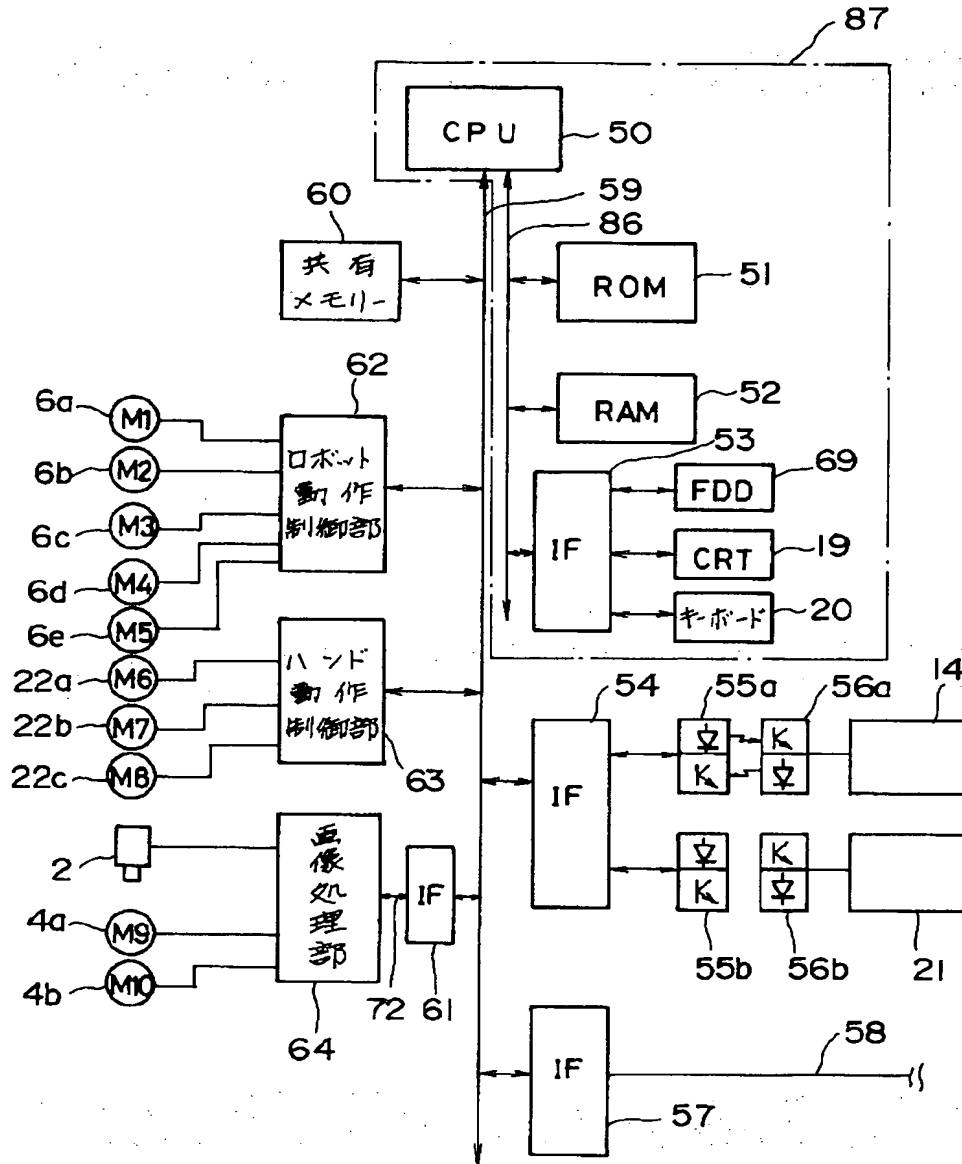
```

10  GET
20  BIN
30  SOP
40  MATCH
50  END

```

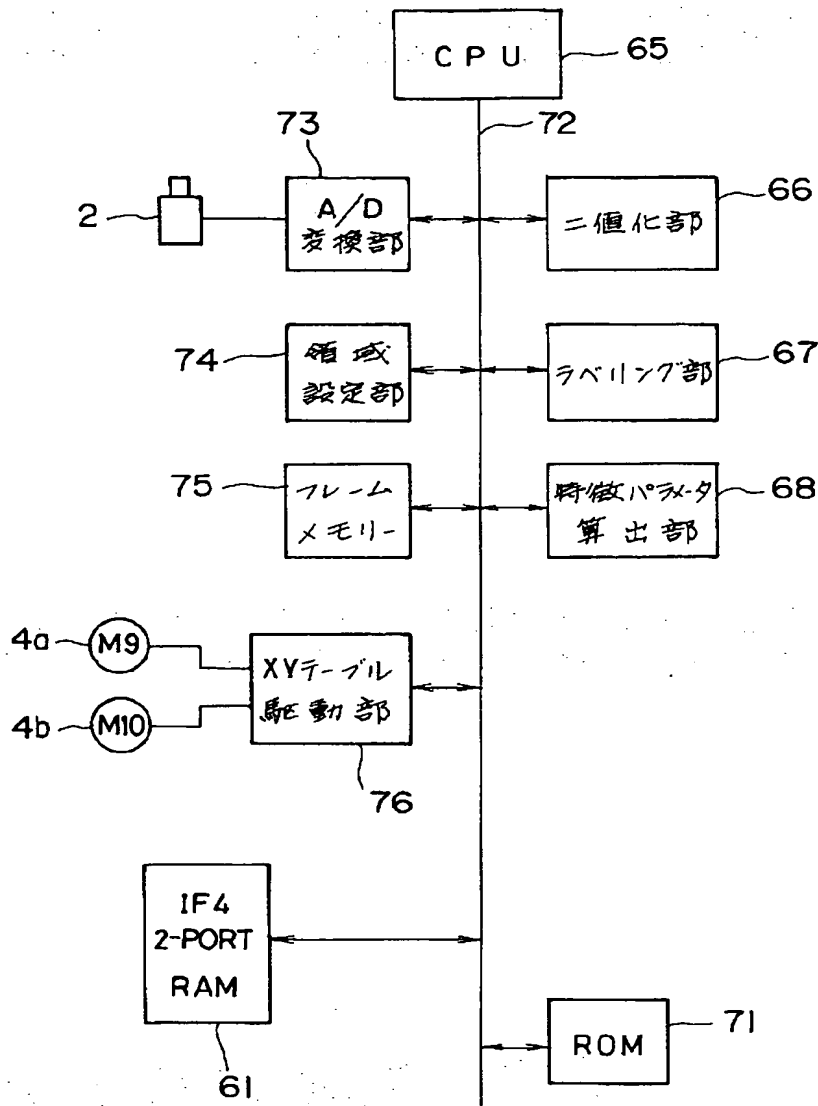
【図 2】

第 2 図



【図3】

第3図



【図10】

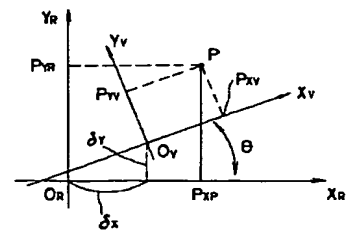
第10図

PROGRAM 2

行番	動作命令
100	CHECKF 3,2
110	P(20) = VREAD(2)
120	MOV P(20) + P(21)
130	MOV P(20) + P(22)
140	OUT ON 2
150	MOV P(20) + P(21)
160	SSHUTL 3
170	CSET P(11)
180	MOV P(7)
190	MOV P(8)
200	SCHECK
210	CCHECK
220	START 3,3
230	OUT OFF 2
240	MOV P(7)
250	CALL 3

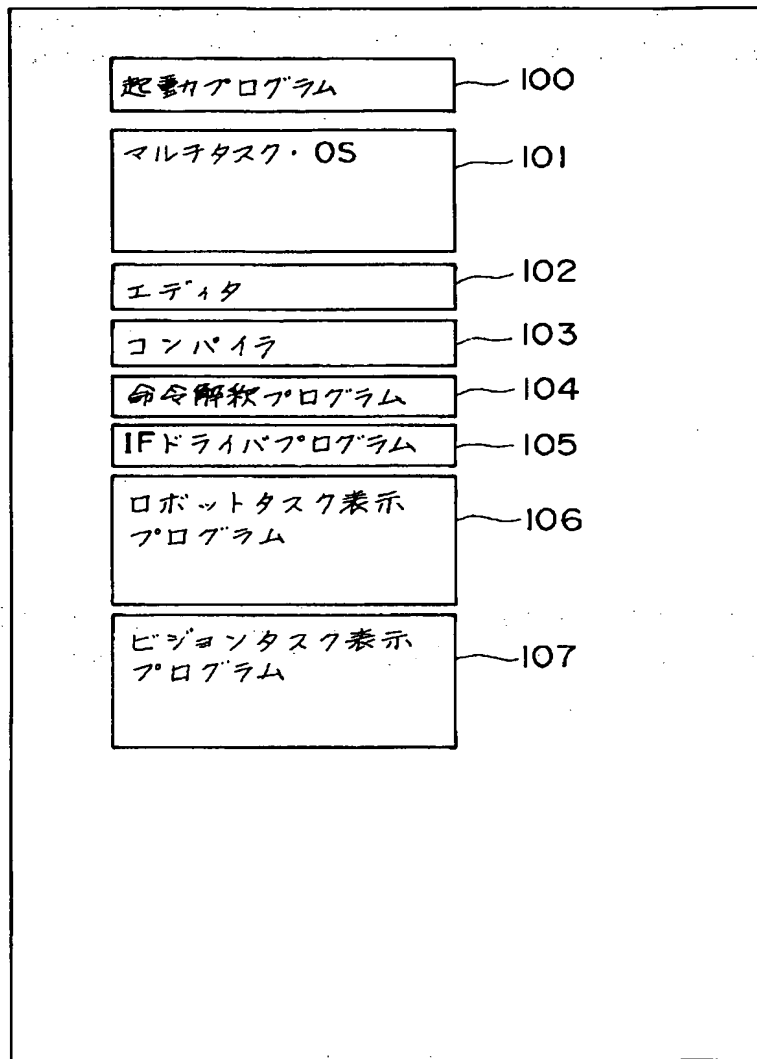
【図25】

第25図



【図 5】

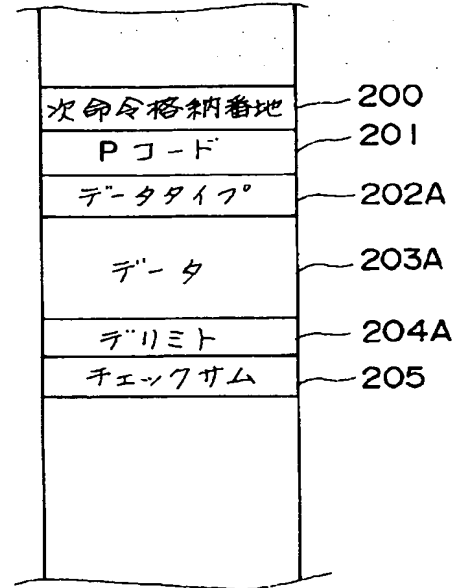
第 5 図



51

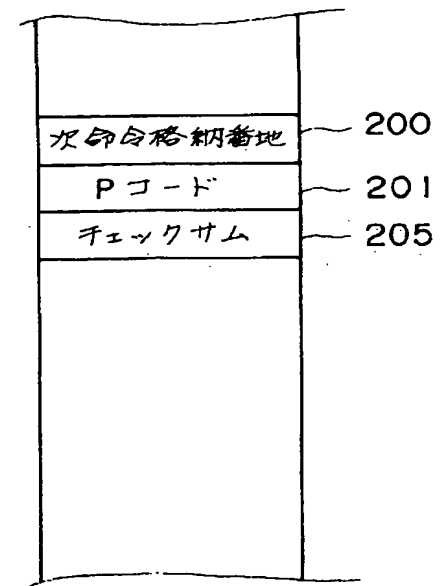
【図 13】

第 13 図



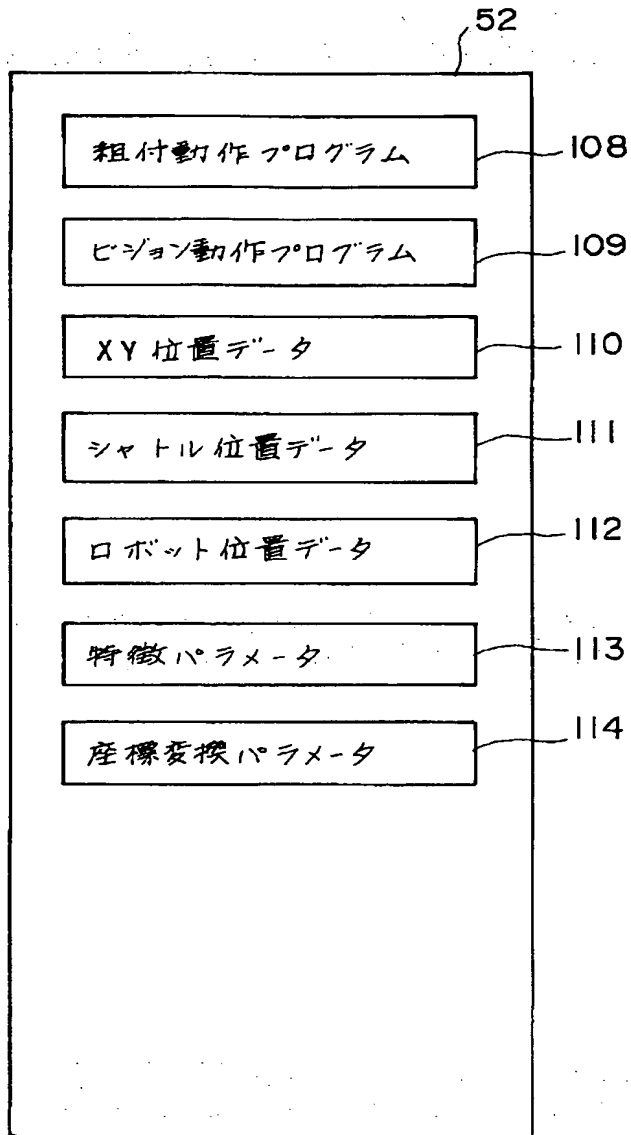
【図 14】

第 14 図



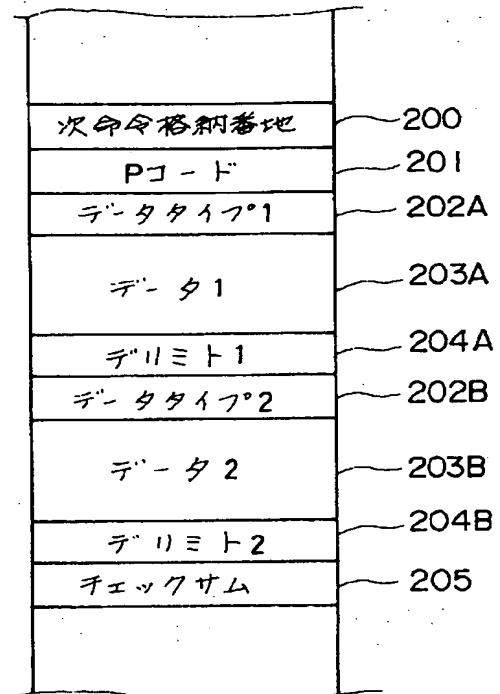
【図 6】

第 6 図



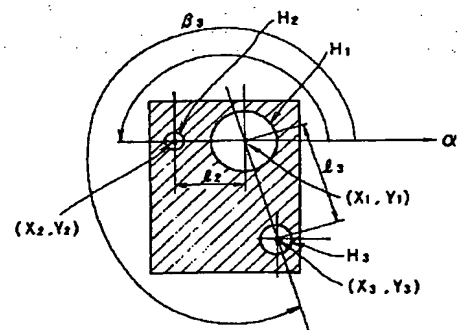
【図 15】

第 15 図



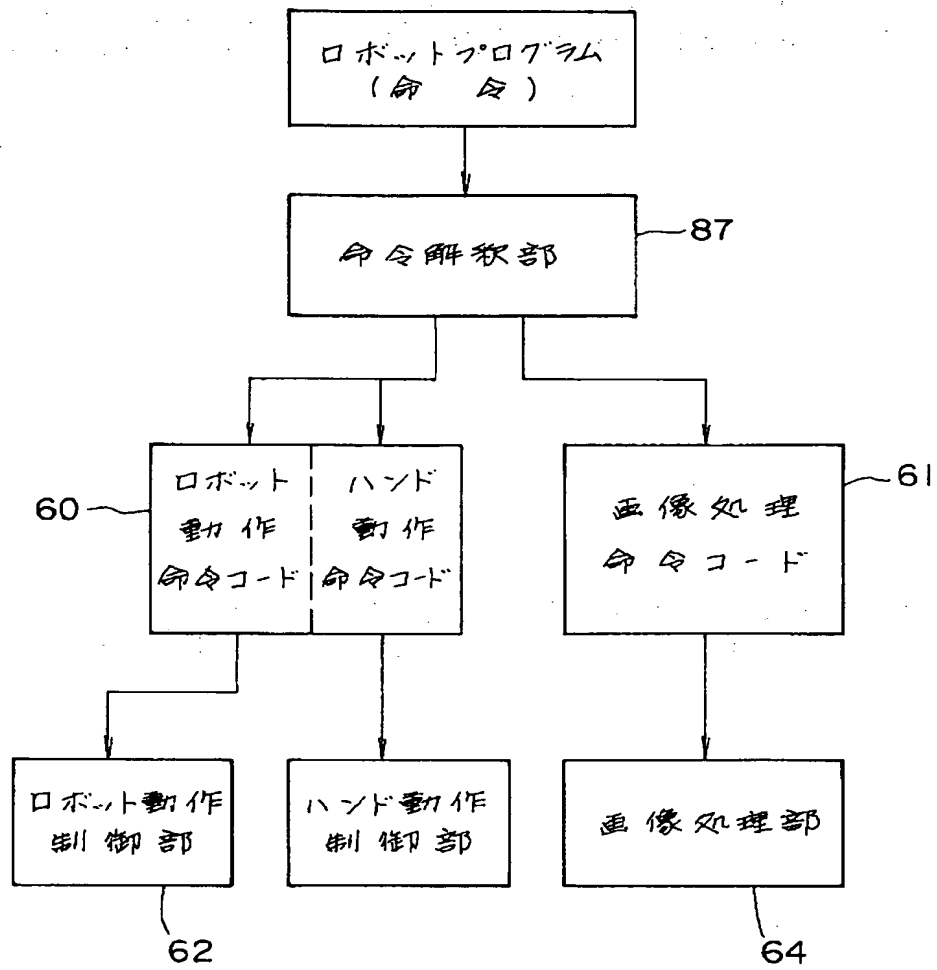
【図 22】

第 22 図

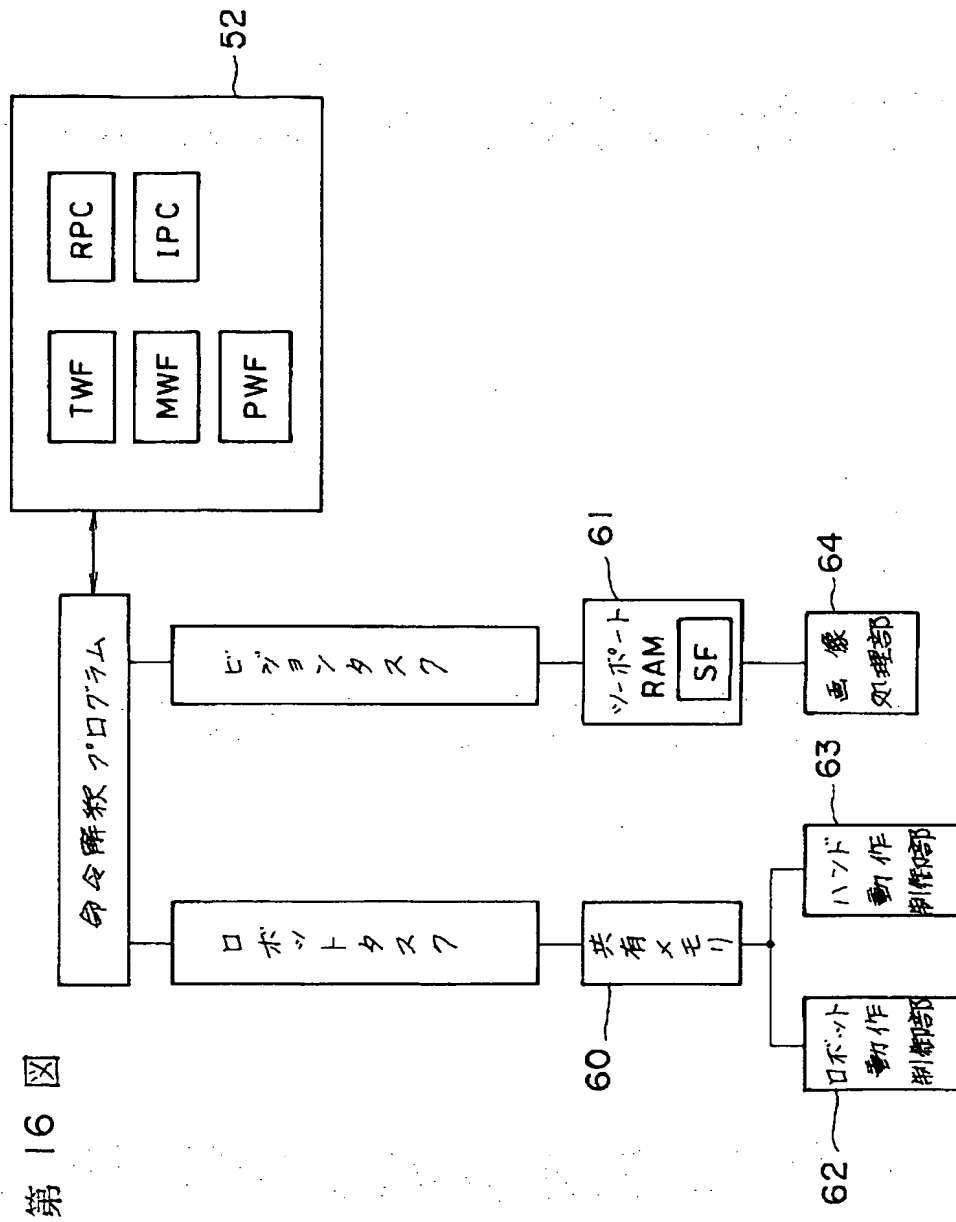


【図12】

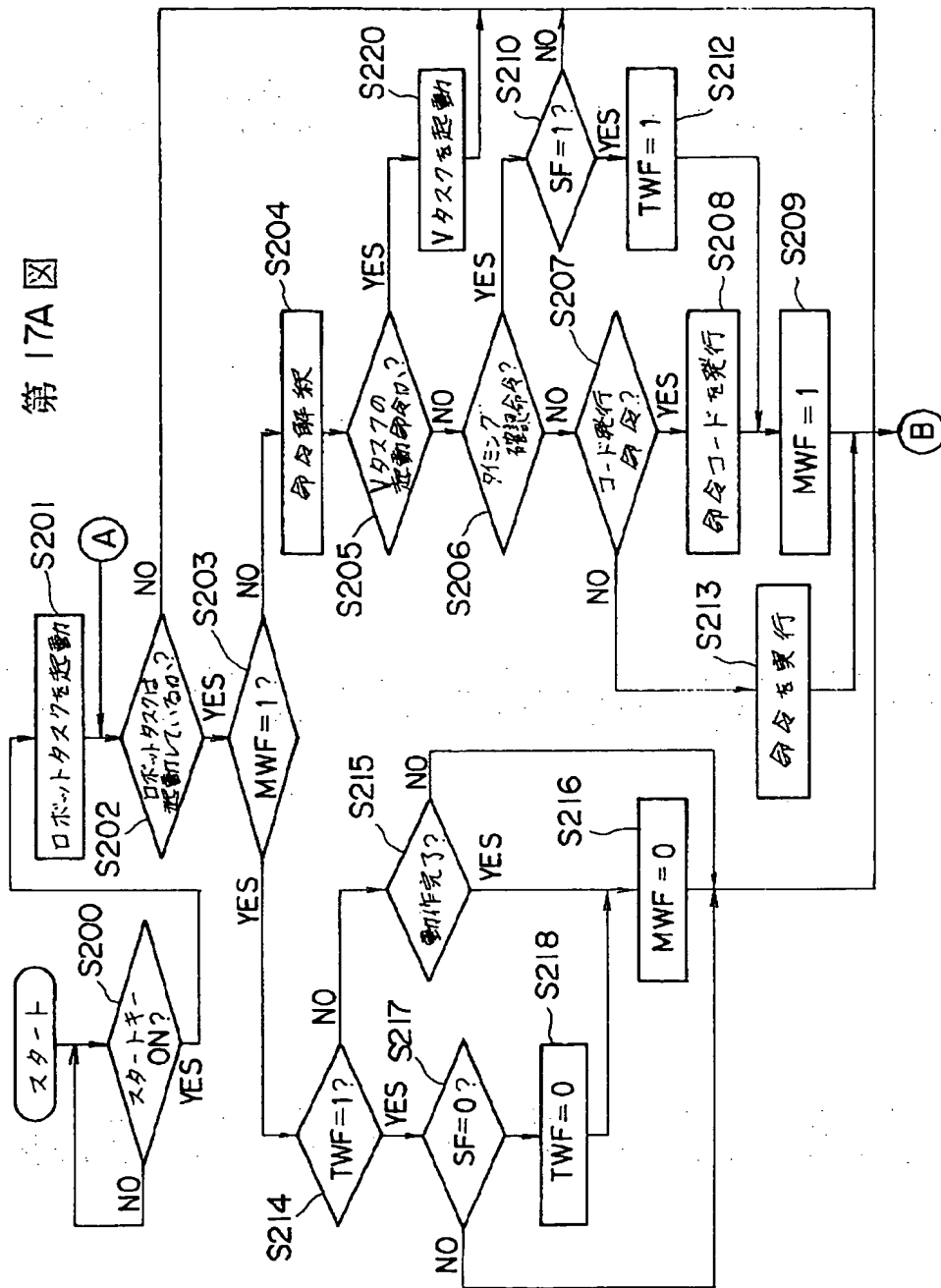
第 12 図



【図16】

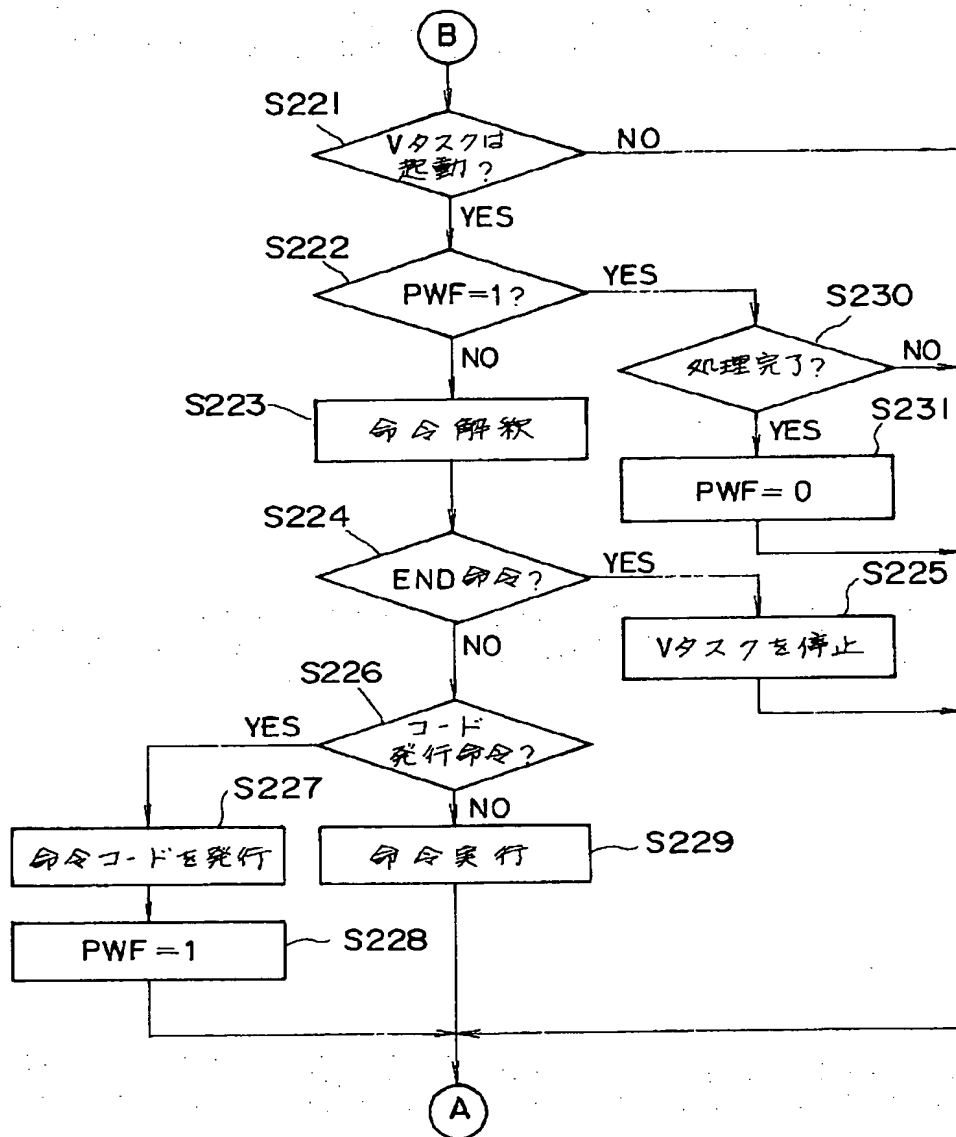


【図 17A】



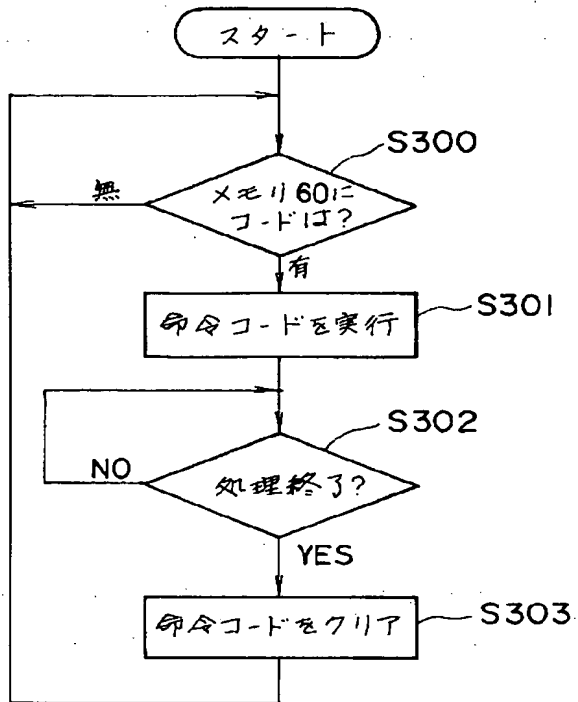
【図17B】

第17B 図



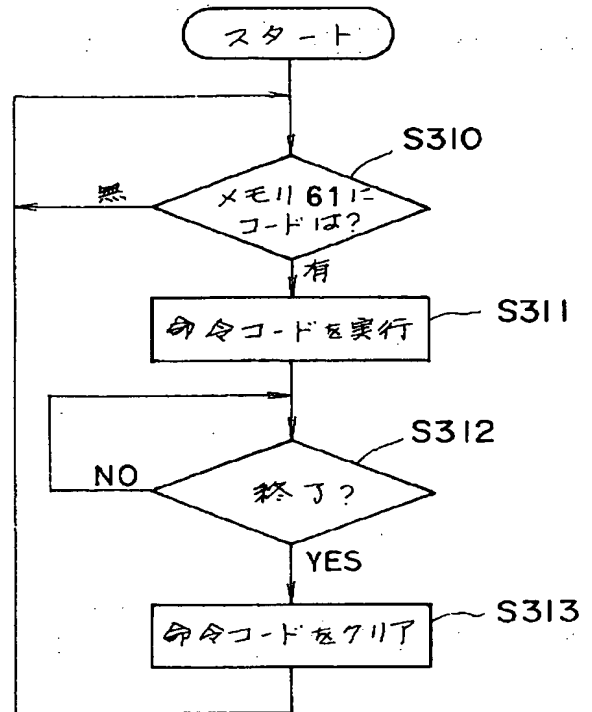
【図18】

第18図



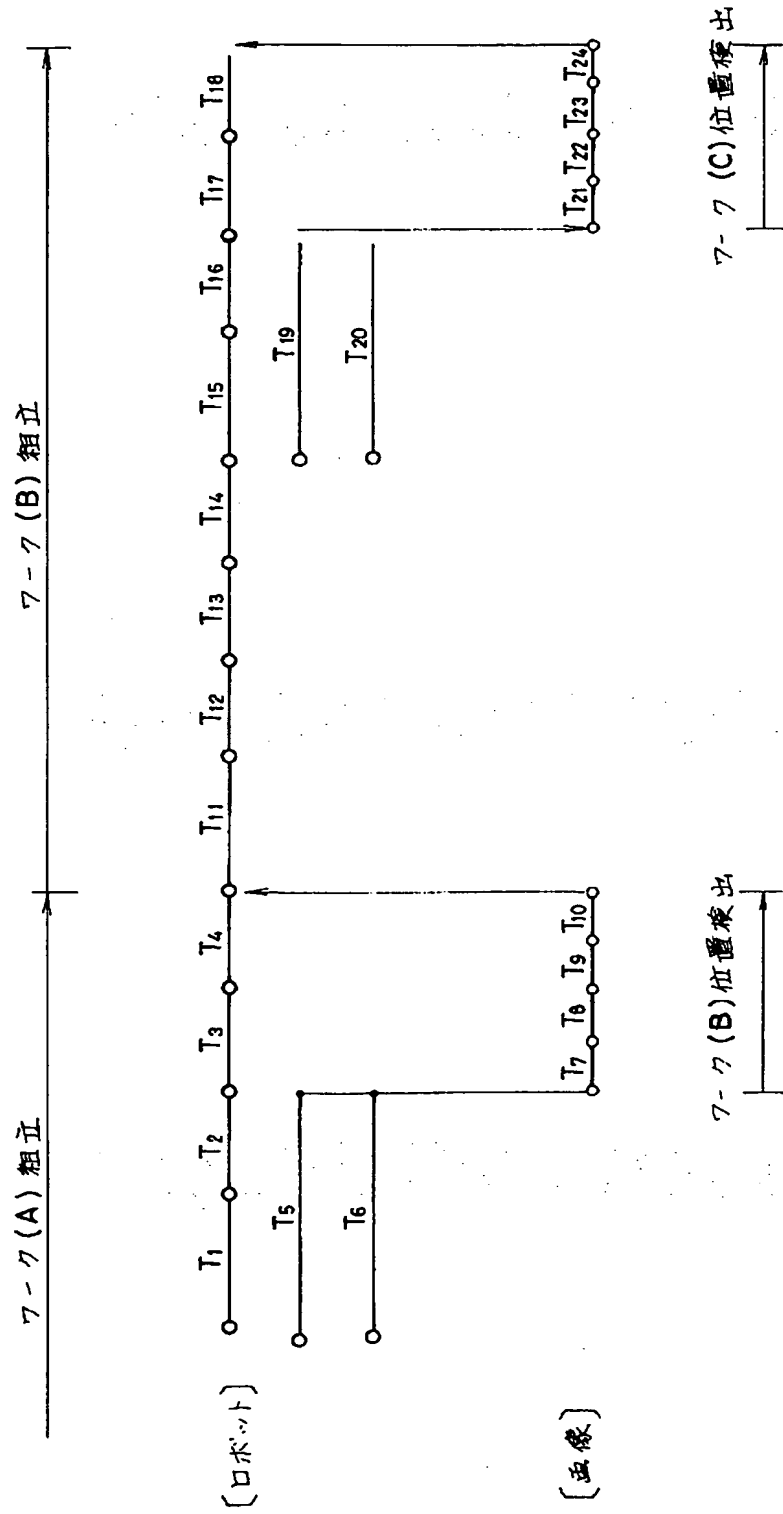
【図19】

第19図



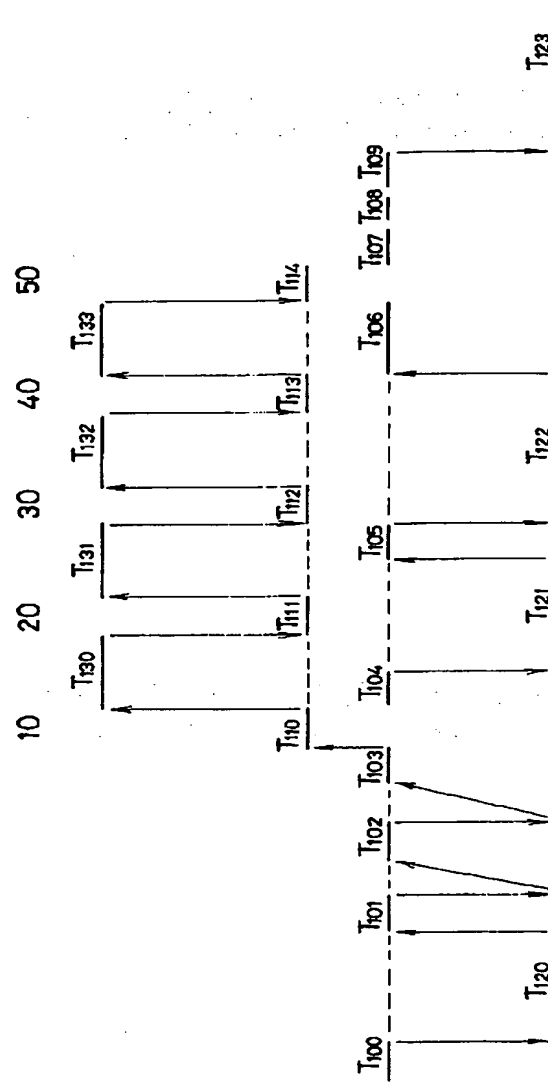
【図20】

第20図



【図 21】

第 21 図



第 13 図

第 12 図

画像処理部 命令解放部 ロボット動作部 ハンド動作部 XY駆動部

画像処理部

命令解放部

ロボット動作部

ハンド動作部

XY駆動部

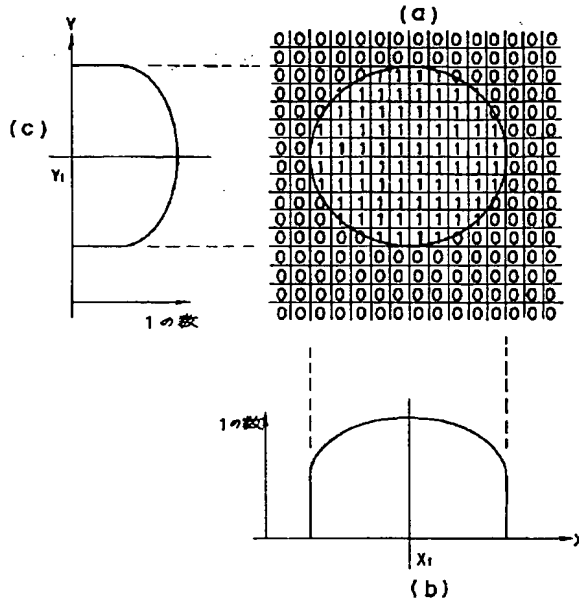
【図23】

第23図

S_1	第1の穴の面積
S_2	第2の穴の面積
S_3	第3の穴の面積
(X_1, Y_1)	ワークの原点
α 軸	ワークの基準軸
β_3	基準軸と第3の穴の重心のなす角度
l_2	第1の穴と第2の穴の重心間の距離
l_3	第1の穴と第3の穴の重心間の距離
S	ワークの面積

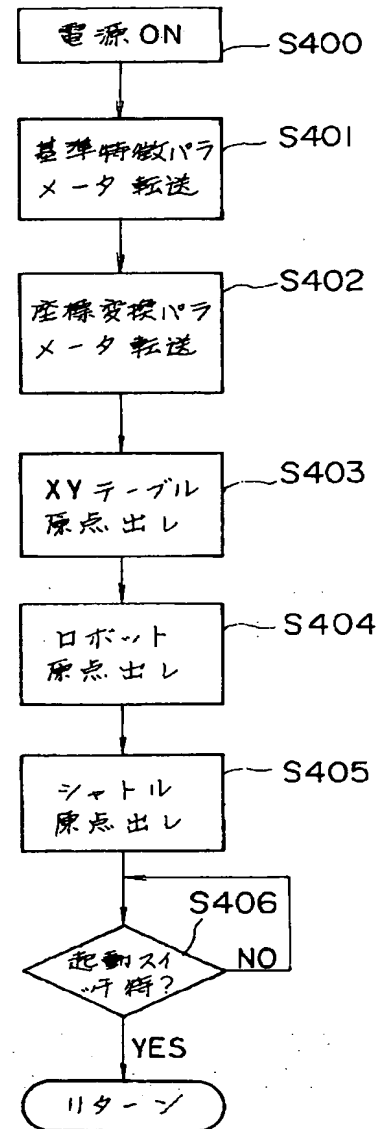
【図 2 4】

第 24 図



【図 2 6】

第 26 図



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

G 0 5 B 19/18

19/19

19/403

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 9064-3H

H 9064-3H

S 9064-3H

(72) 発明者 柴田 優

東京都太田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ
ノン株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.